

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme

Universität Stuttgart
Universitätsstraße 38
D-70569 Stuttgart

Masterarbeit

Gestaltung von grafischen Bedienelementen für neue Dimensionen der Touch-Eingabe

Adrian Rudi Lanksweirt

Studiengang:	Informatik
Prüfer/in:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze
Betreuer/in:	Dipl.-Inf. Sven Mayer Dipl.-Inf. Lars Lischke
Beginn am:	6. März 2017
Beendet am:	6. September 2017
CR-Nummer:	H.5.2

Kurzfassung

Smartphones sind bereits weit verbreitet und werden durch weitere Ausstattungen immer leistungsfähiger sowie vielseitiger. Durch ihren Touchscreen unterscheiden sie sich zu anderen Eingabemethoden und haben gewisse Limitierungen. Das Einführen neuer Interaktionsmethoden kann die Bedienung eines Touchscreens bereichern. Viele Arbeiten beschäftigen sich mit neuen Eingabemethoden, doch bleibt die Frage offen, wie diese dem Nutzer vermittelt wird? Diese Arbeit beschäftigt sich damit, mit welchen Methoden einem Nutzer eine neue Interaktion beigebracht werden und inwiefern sich diese unterscheiden. Zunächst wurden dazu vier Interaktionsmöglichkeiten auf dem Touchscreen ausgesucht. Folgend wurden zwölf Design-Experten interviewt und anhand der Gespräche drei Ansätze zur Einführung in neue Gesten getestet: Intuitiv, Pop-up und Tutorial. Diese unterschieden sich in der Darstellung, mit oder ohne Text und zu welchem Zeitpunkt ein Nutzer diese sieht. Es wurde erkennbar, dass Benutzer bei einem gleichem System die Benutzererfahrung mit einer intuitiven Einführung durch Icons besser bewerten, als Pop-up Menüs oder Tutorials mit Bildern und Texten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	13
2. Verwandte Arbeiten	15
2.1. Ausgewählte Eingabemethoden	16
2.2. Grundlagen Designerstellung	21
2.3. Zusammenfassung	23
3. Experteninterviews mit Interaktionsdesignern	25
3.1. Erstellung der Interviewfragen	25
3.2. Auswahl der Interviewpartner	28
3.3. Interviewdurchführung	28
3.4. Zusammenfassung	29
4. Auswertung der Interviews	31
4.1. Transkription	31
4.2. Codierung der Interviews	32
4.3. Zeichnungen	33
4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen	34
4.5. Diskussion	51
4.6. Zusammenfassung	52
5. Evaluierungsstudie	55
5.1. Erhebungsmethode	55
5.2. Ergebnisse	67
6. Zusammenfassung und Ausblick	77
A. Anhang	79
Literaturverzeichnis	87

Abbildungsverzeichnis

2.1.	Rollbewegung des Fingers in die verschiedenen Richtungen: links, rechts, oben und unten.	17
2.2.	Der Winkel sowie die Richtung des Fingers wird benutzt.	18
2.3.	Neben der Fingerkuppe, können auch der Fingerknöchel und der Fingernagel benutzt werden.	19
2.4.	Es können von dem Daumen bis zum kleinen Finger alle Finger verwendet werden.	20
4.1.	Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den MicroRolls	38
4.2.	Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zum Fingerwinkel und zur Fingerrichtung	42
4.3.	Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den Fingerknöchel und Fingernagel Interaktionen.	47
4.4.	Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den Fingerknöchel und Fingernagel Interaktionen.	50
5.1.	Teilnehmer und Wizard führen die Studie mit dem Prototypen durch. In diesem Bild wird gerade die Chat-Aufgabe bearbeitet. Vor dem Teilnehmer liegt die Aufgabenbeschreibung. Nach jeder Aufgabe kann der Teilnehmer die zugehörigen Fragebögen am Laptop ausfüllen.	57
5.2.	Galerie des Prototyps. Das Roll-Icon (b) ist halbtransparent sichtbar (a). Das dritte Bild (c) zeigt das zugehörige Pop-up Menü. Die Steuerung des Wizards ist in (d) zu sehen.	58
5.3.	Wecker des Prototyps. Das Dreh-Icon (b) ist halbtransparent sichtbar (a). Das dritte Bild (c) zeigt das zugehörige Pop-up Menü. Die Steuerung des Wizards ist in (d) zu sehen.	59
5.4.	In (a) ist der Chat mit den zugehörigen Icons (b) für den Fingerknöchel und -nagel zu sehen. Für beide wird abwechselnd ein Pop-up dargestellt ((c) und (d)). Der Wizard kann die ausgewählten Wörter kopieren und das Einfügen steuern (e).	61
5.5.	In (a) ist die Zeichenfläche mit dem Icon für die Hand (b) zu sehen. Jeder Finger ist mit einer Farbe assoziiert und kann mit einem Klick auf den Finger neu zugewiesen werden (c). Das Pop-up Menü ist in Bild (d) zu sehen und der Wizard hat für jeden Finger eine entsprechende Taste (e).	62

5.6.	Die Karte startet über Sydney (a). Sobald der Nutzer auf den Fingerabdruck drückt (d), werden die beiden Icons (b) zwei Mal abwechselnd dargestellt (e). In (c) ist das zugehörige Pop-up Menü zu sehen und in (f) die Steuerung für den Wizard.	64
5.7.	Beispielseiten aus dem Tutorial. In (a) ist die Seite für das Fingerrollen zu sehen, (b) zeigt die Bewegung für das Drehen und (c) die Geste für den Nagel. Jede Tutorialseite beinhaltet einen kurzen Text als Beschreibung.	65
5.8.	In diesen Boxplots sind die durchschnittlichen System Usability Scale (SUS)-Werte in die drei Konditionen Intuity, Pop-up Menü und Tutorial unterteilt. Es wurden alle Aufgaben nach ihrer Kondition miteinbezogen.	68
5.9.	Diese Abbildung zeigt die Durchschnittswerte der jeweiligen Wortpaare für die einzelnen Konditionen Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial. Links werden für die Wortpaare die einzelnen Subkategorien dargestellt. Eine Kategorie enthält immer sieben Wortpaare.	69
5.10.	Diese Abbildung zeigt die Konfidenzrechtecke für die einzelnen Konditionen Intuitiv I , Pop-up Menü P und Tutorial T . Der intuitive Ansatz liegt hierbei komplett im begehrten Bereich. Die anderen beiden Konfidenrechtecke sind über mehrere Bereiche verteilt und nicht eindeutig einzuordnen.	70
5.11.	Abbildung aus [BKM09] für verschiedene Bewertungen des SUS-Wertes. . . .	74
A.1.	Leifragenkatalog	84
A.2.	Zeichenvorlage	85

Tabellenverzeichnis

4.1.	Anwendungen MircoRolls	36
4.2.	Anwendungen Fingerorientierung	41
4.3.	Anwendungen Fingerknöchel und -nagel	45
4.4.	Anwendungen Verschiedene Finger	49
5.1.	Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) des SUS.	67
5.2.	Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) der einzelnen Subkategorien PQ, HQ-I, HQ-S und ATT.	70
5.3.	Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) der einzelnen SUS-Werte und der AD-Werte ohne HQ-S für alle Aufgaben außer Chat.	75

Abkürzungsverzeichnis

AD AttrakDiff. 65

ATT Attraktivität. 66

HQ-S Hedonische Qualität - Stimulation. 66

HQ-I Hedonische Qualität - Identität. 66

M Mittelwert. 74

PQ Pragmatische Qualität. 66

SD Standardabweichung. 74

SUS System Usability Scale. 8

1. Einleitung

Die Verwendung von Computern wurde Jahrzehnte lang durch Maus und Tastatur angeführt. Dementsprechend hat sich auch die Interaktion am PC entwickelt. Die Fenster, Buttons und Dialoge am Bildschirm haben bestimmte Positionen und Größen. Durch Klicken und Ziehen werden die meisten Interaktionen durchgeführt. Eine neue Form der Interaktion mittels Touch-Screens kommt durch die Verbreitung von Smartphones und Tablets in unserem Alltag zustande. Diese sind allgegenwärtig und werden ständig genutzt. Interaktionen auf Touch-Oberflächen sprechen Nutzer häufig durch ihre intuitive Bedienbarkeit an. Eingaben sind somit für den Benutzer direkt und erleichtern die Benutzung von Geräten. Mittlerweile haben sich Nutzer an bereits existierende Gesten wie „Wischen“ oder „Zoomen mittels zwei Fingern“ gewöhnt. Doch die fortschreitende Genauigkeit der kapazitiven Touchscreens und Entwicklung, sowie der Einsatz weiterer Sensoren, lässt Raum für neue Interaktionstechniken. So lässt sich theoretisch der benutzte Finger ermitteln [CH14] oder man beachtet eine weitere Dimension als nur die 2D-Position der Eingabe. Als dritte Dimension lässt sich beispielsweise die Neigung [XSH15] oder die Richtung des Fingers [Wan+09] miteinbeziehen. So können nicht nur einzelne Applikationen von neuen Eingabetechniken profitieren, sondern auch die generelle Nutzung am Smartphone.

Doch wie werden diese neuen Gesten dem Benutzer kommuniziert und wie werden diese eingesetzt? Im Gegensatz zum PC, bei welchem der Benutzer viele unterschiedlichen Interaktionsmöglichkeiten bereits gelernt hat, muss der Nutzer diese bei Touchscreens meist selbst herausfinden. Ein Beispiel wäre die Standard Taschenrechner Applikation auf dem Samsung Galaxy S3 Mini Smartphone: Wenn das Smartphone vertikal gehalten wird, kann man einfache Kalkulationen wie Addition, Multiplikation, Subtraktion und Division durchführen. Weitere Kalkulationsmöglichkeiten werden erst möglich, sobald der Nutzer das Smartphone dreht und somit die Orientierung in die Horizontale ändert. Optionen wie das ziehen der Wurzel, Quadrierung oder trigonometrischen Funktionen werden durch die geänderte Orientierung erst sichtbar. Ähnlich verhält es sich auch mit anderen Gesten. Der Nutzer steht hier in der Pflicht, bei Applikationen unterschiedliche Gesten durchzuführen, um zu erkennen, ob sich eine weitere Interaktionsmöglichkeit verbirgt. Dementsprechend kann auch der Fall eintreten, dass Funktionen vom Benutzer unentdeckt und somit ungenutzt bleiben. Andere Gesten, wie die „Pinch-to-zoom“ Bewegung mit dem Zeigefinger und Daumen um Bilder zu vergrößern oder zu verkleinern, wurden beispielsweise durch Apple¹ vorgestellt. Durch Pressekonferenzen und Mundpropaganda können neue Gesten den Nutzern näher gebracht werden. Aber

¹https://www.youtube.com/watch?v=OLfENI_3yg0

1. Einleitung

bei beiden Fällen ist es nötig, dass eine Person der anderen Person zeigt, wie man die Geste durchführt und welche Möglichkeiten existieren.

Daher ist es erstrebenswert, dem Nutzer diese neuen Interaktionsmöglichkeiten zu präsentieren. Allerdings stellt sich genau hier die Frage, wie man dem Benutzer einen möglichst einfachen und intuitiven Einstieg in neue Gesten bieten kann. Daher wurden vier verschiedene Gesten ausgesucht, welche prinzipiell mit einem Smartphone benutzt werden können. Diese Gesten wurden zwölf Designexperten in einem Interview zur Gestaltung von Bedienelementen präsentiert. Anhand der Ergebnisse aus den Interviews wurden die unterschiedlichen Design-Ideen in einem Prototypen implementiert. Es kamen dabei drei unterschiedliche Kategorien zum Vorschein: Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial. Für jede der Gesten wurde ein Anwendungsfall als Beispiel ausgewählt. Um zu überprüfen, wie gut die ausgewählten Gesten mit den erstellten Bedienelementen funktionieren, wurde eine Wizard-of-Oz Studie durchgeführt und ausgewertet. Die verschiedenen Kategorien wurden dabei untereinander verglichen, ob und wie weit sich diese unterscheiden. Es wurde untersucht, ob bestimmte Visualisierungen anderen vorzuziehen sind.

2. Verwandte Arbeiten

Im Bereich neuer Eingabemethoden wurden verschiedene Gesten in der Literatur vorgestellt. Manche Interaktionen benötigen dabei zusätzlich externe Hardware, damit diese ermöglicht werden können. Unabhängig davon, liegt der Fokus bei den möglichen Visualisierungen, damit für die Gesten entsprechende Visualisierungen erstellt werden können. Die Gesten können dabei ein- oder beidhändig durchgeführt werden. Eine Möglichkeit, um die Interaktionsmöglichkeiten auf Touchscreens zu erweitern, ist es, die bereits vorhandenen Touch-Eingaben mit räumlichen oder zeitlichen Abfolgen zu kombinieren. Beispielsweise mit Drücken und Halten des Fingers an einer Stelle oder mit mehreren Fingern einer Hand können Gesten durchgeführt werden [LGF10]. Andere Gesten arbeiten beispielsweise per Druck, um neue Interaktionen zu ermöglichen. So können mittels Drucksensor auf der Rückseite der Smartphones [HL12] neue Gesten erkannt werden, abhängig davon, wie stark der Benutzer Druck auf der Rückseite der Smartphones ausübt. Alternativ kann auch der Druck an der Seite [Hol+13; WBH13] genutzt werden. Verschiedene Finger ermöglichen dabei die Erkennung unterschiedlicher Aktionen. Auch auf dem Bildschirm selbst¹ [HH12] kann Druck ausgeübt werden, um unterschiedliche Funktionen bestimmter Applikationen direkt zu nutzen, anstatt diese erst zu öffnen und dann mittels Buttons zu auszuführen. Auch durch das Nutzen der internen Beschleunigungssensoren, können Gesten wie das Antippen am Gehäuse erkannt werden [ML14]. Allerdings gilt es bei dabei zu beachten, in welcher Hand sich das Smartphone momentan befindet, damit Gesten nicht immer nur mit einer Hand möglich sind. Ein anderer Ansatz ist es, Gesten durch das Anlegen des flachen Fingers am Bildschirm durchzuführen [Oak+16]. Dabei bestimmt die Position, z.B. den Finger am linken, rechten, oberen oder unteren Rand anzulegen, welche Geste erkannt wird und die entsprechende Funktion ausgeführt wird. Dies eignet sich besonders gut für Smartwatches, da generell nur eine Hand zur Verfügung steht und nur ein relativ kleiner Bildschirm zur Verfügung steht. Durch diese gelernten Gestiken können häufig benutzte Funktionen direkt benutzt werden. Ein Anwendungsfall wäre das Stummschalten durch das vertikale Anlegen des Fingers am Bildschirm, welche sich an Stummgeste mittels dem Finger über Mund aus dem orientiert. Um weitere Alternativen in der Interaktion am Smartphone anzubieten, können Gesten durch das Rollen des Daumens [BABL13; RLG09] durchgeführt werden. Dabei können zwei Grundrichtungen (oben und unten) [BABL13] und weiterhin links und rechts erkannt werden, sowie das Rollen mit und gegen den Uhrzeigersinn [RLG09]. Viele der bisher vorgestellten Methoden konzentrieren sich auf einen bestimmten Finger. Allerdings können auch alle Finger einer Hand zum Interaktionsspektrum hinzugezogen werden [CH14].

¹<https://developer.apple.com/ios/3d-touch/>

Verschiedene Finger können dabei verschiedenen Eingabemöglichkeiten zugeordnet werden, um so die Interaktionsvielfalt zu erweitern. Abgesehen von der Verwendung verschiedener Finger, können auch unterschiedliche Teile eines Fingers verwendet werden [HSH11]. Hierbei wird nicht nur die Fingerkuppe erkannt, sondern auch die Berührung des Fingerknöchels oder Fingernagels. So können mit einem Finger drei unterschiedliche Eingaben gemacht werden. Ein weiterer Ansatz ist, den Winkel oder die Orientierung des Fingers auf dem Touchscreen zu betrachten. Durch den Einsatz eines Tiefensensors [KCB13; MLH17; MMH17; May+17] kann die Position des Fingers im Raum erkannt werden. Es ist auch möglich, ohne einen externen Sensor die 3D-Orientierung des Fingers herauszufinden [Rog+11; XSH15; Zal12]. Durch den kapazitiven Touchscreen erhält man die Auflagefläche des Fingers am Bildschirm. Anhand des sich daraus resultierenden Ovals, ist es möglich, den Winkel und die Richtung des anliegenden Fingers zu berechnen.

2.1. Ausgewählte Eingabemethoden

Die Auswahl an möglichen Gesten und damit zusammenhängenden Funktionen ist groß und vielseitig. Diese beschränken sich dabei nicht nur auf den Touchscreen, sondern auch auf das Gehäuse [Hol+13]. Die Gesten der neuen Dimensionen der Touch-Eingaben, welche für diese Arbeit ausgewählt worden sind, um entsprechende Bedienelemente zu visualisieren, nutzen hauptsächlich bereits die vorhandene Hardware von Smartphones. Der Fokus liegt demnach auf Gesten, welche direkt mit dem Touchscreen interagieren. Vor allem sollen diese möglichst intuitiv anfühlen. Zu den Gesten werden auch mögliche Anwendungsfälle sowie Ideen präsentiert. Doch erst nach den durchgeführten Interviews werden diese und neu erworbenen Anwendungsfälle genauer und mit passenden Visualisierungen beschrieben.

2.1.1. MicroRolls

Die sogenannten „MicroRolls“ von Roudaut et al. [RLG09] konzentrieren sich hierbei auf das Abrollen des Fingers auf dem Touchscreen. Die unterschiedlichen Rollrichtungen sind in der Abbildung 2.1 dargestellt. Zwar wurden in der Arbeit von Roudaut et al. auch Richtungen mit und gegen den Uhrzeigersinn vorgestellt, jedoch werden diese zur Vereinfachung und Nutzung eindeutiger Gesten nicht miteinbezogen. Durch teilweise immer kleinere Bildschirme wie Smartwatches oder kleinere Smartphone Versionen, spielt das Interaktionsmenü eine immer wichtigere Rolle. Sonst wird durch die Benutzeroberfläche ein zu großer Anteil der Bildschirmfläche eingenommen. Auch gilt es zu beachten, an welcher Stelle sich die Bedienelemente befinden. Denn es gilt zu vermeiden, dass der Benutzer größere Flächen des Bildschirms als nötig mit den Fingern verdeckt. „MicroRolls“ nutzt dabei die Tatsache aus, dass man praktisch nur den Daumen benötigt. Somit wird nur eine kleine Fläche auf dem Bildschirm verdeckt. Die Erkennung der Rollbewegungen werden mittels einem k-nächste-Nachbarn-Algorithmus (KNN) umgesetzt [RLG09].

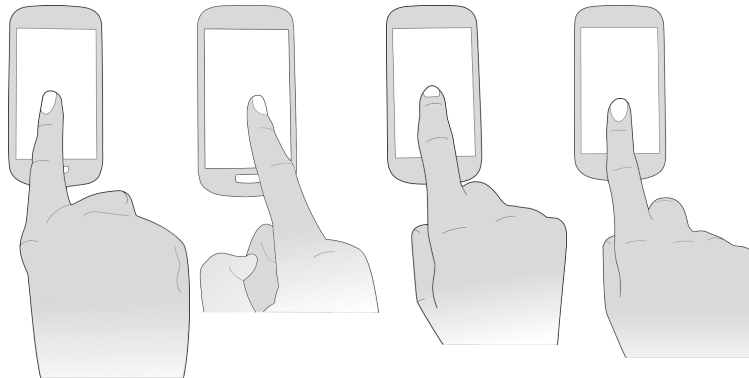


Abbildung 2.1.: Rollbewegung des Fingers in die verschiedenen Richtungen: links, rechts, oben und unten.

Mögliche Anwendungsfälle für „MicroRolls“ konzentrieren sich auf möglichst kurze Bewegungen. Eine Möglichkeit, welche auch in der Arbeit von Roudaut et al. [RLG09] vorgeschlagen wurde, wäre das Nutzen von digitalen Abkürzungen (englisch: Shortcut). Ähnlich wie am PC, dass Shortcuts wie STRG+C oder STRG+V verwendet werden, damit mit einem Shortcut Menü schnell und einfach Texte, Bilder oder Dateien kopiert, eingefügt oder ausgeschnitten werden. Entweder könnte ein dafür passendes Menü dem Nutzer diese Möglichkeit zeigen oder mit genug Erfahrung wird kein Menü mehr benötigt. Eine Alternative Möglichkeit ist beispielsweise das Durchblättern von Seiten oder Bildern in einer Galerie. Der Nutzer muss hierbei nur nach links oder rechts rollen und verdeckt dabei kaum den Bildschirm und muss keine Wischbewegungen durchführen.

2.1.2. Finger Orientierung

Um die Eingabe am Touchscreen in die dritte Dimension zu erweitern, kann der Winkel und die Richtung des Fingers am Touchscreen erkannt werden [MLH17; MMH17; May+17; Rog+11; XSH15; Zal12]. Es kann dabei nicht nur eine statische Position erkannt werden, sondern auch die Änderung des Fingers im dreidimensionalen Raum, solange dieser den Bildschirm berührt. Für mögliche Interaktionen kann dabei entweder nur der Winkel oder die Richtung genutzt werden oder eine Kombination von beidem. Die Erkennung dazu benötigt kapazitive Bildschirme. Die meisten der modernen Smartphones, Tablets und Smartwatches nutzen diese Hardware. Kapazitive Bildschirme nutzen den Fakt aus, dass diese Störungen in ihrem erzeugten elektrischen Feld erkennen können. Da der menschliche Körper auch als Stromleiter funktionieren kann, verändert der Finger bei Annäherung an den Bildschirm die elektrische Kapazität an dieser Stelle. Die Feldstärke nimmt zwar mit zunehmenden Abstand vom Bildschirm schnell ab, jedoch können auch in direkter Nähe befindene Fingerteile das Magnetfeld beeinflussen und somit erkannt werden. Das Kapazitive Gitter wird allerdings nicht nativ von den Betriebssystemen Android, Apple iOS und Windows Phone zum Auslesen angegeben. Xiao et al. [XSH15] haben hierfür den Linux Kernel für Android modifizieren

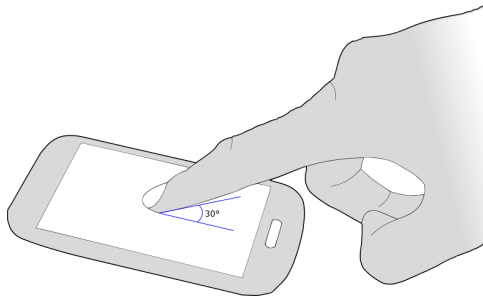


Abbildung 2.2.: Der Winkel sowie die Richtung des Fingers wird benutzt.

müssen, um Zugriff auf die Werte des kapazitiven Gitters zu erhalten. Basierend auf den Zugriff des kapazitiven Gitters, kann nun eine Ellipse errechnet werden, welche der Auflagefläche des Fingers entspricht. Je nach Form der Ellipse ist es möglich, daraus den Winkel und der Orientierung des Fingers zu bestimmen. Sobald jedoch der Finger nahezu senkrecht auf dem Bildschirm aufliegt, ähnelt die Ellipse nun mehr einem Kreis und eine Richtungsbestimmung ist kaum noch möglich.

Es lassen sich einige Anwendungsfälle bei der Erkennung der Fingerposition finden. Beispielsweise können für das Scrollen auch hier Wischbewegungen mittels Neigen des Fingers ersetzt werden. Je nach Stärke der Neigung, kann nach oben oder unten in unterschiedlicher Geschwindigkeit das Scrollen umgesetzt werden. Alternativ mit dem gleichen Verfahren können auch Optionen in einem Kontextmenü gewählt werden [Rog+11]. Andere Möglichkeiten wären das Ersetzen des Verschiebens (englisch: Panning) oder des Zoomens mittels der Fingerneigung [XSH15]. Auch in der Arbeit von Xiao et al. [XSH15] wurde vorgeschlagen, Werte wie die Helligkeit mittels drehen des Fingers wie beim Benutzen eines Drehschalters einzustellen. Der Finger verhält sich dementsprechend ähnlich wie ein Joystick, welcher in Spielen Verwendung finden könnte. Eine etwas andere Möglichkeit wäre es, Inhalte nur durch eine bestimmte Geste zugänglich zu machen. Der Sperrbildschirm kann nur durch ein Bewegungsmuster der Fingerneigung und/oder dessen Richtung freigeschaltet werden. Da der Finger dazu nur an einer Stelle den Touchscreen berührt, sind so nachträglich keine Fingerabdrücke oder Wischbewegungen für nicht autorisierte Nutzer sichtbar. Demnach kann dann kein Freischaltmuster erkannt werden oder eine mögliche PIN-Kombination nachvollzogen werden.

2.1.3. Fingerkuppe, -knöchel und -nagel

Um mehrere Teile des Fingers zu nutzen, haben Harrison et al. [HSH11] „TapSense“ entwickelt. Diese Methode erlaubt es, nicht nur die Fingerkuppe zu erkennen, sondern separat dazu auch die Fingerspitze, -knöchel und den -nagel. Bis auf die Fingerspitze, ist die Erkennungsrate dieser mit über 95% sehr hoch. Aus diesem Grund wurde die Geste der Fingerspitze nicht ausgewählt, da diese auch der Berührung der Fingerkuppe sehr ähnelt und nicht immer eindeutig als Nutzer erkennbar ist. Die Erkennung basiert auf der Erkennung des Geräusches, welches der Finger beim Berühren des Bildschirms verursacht. Die dabei entstehenden Geräusche unterscheiden

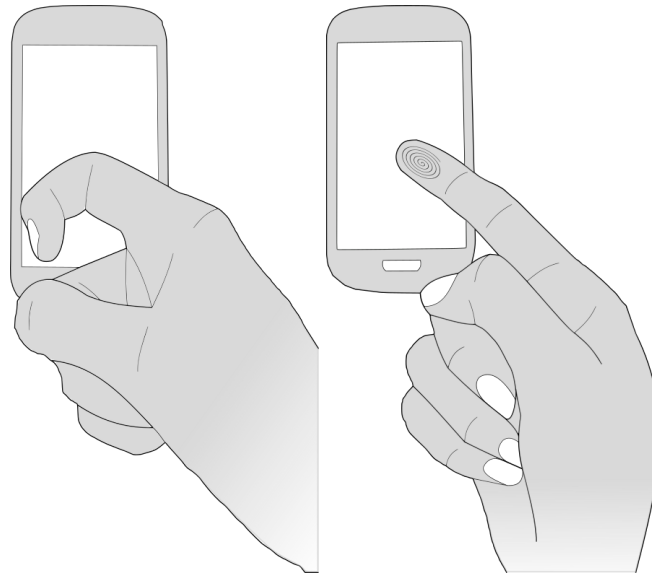


Abbildung 2.3.: Neben der Fingerkuppe, können auch der Fingerknöchel und der Fingernagel benutzt werden.

sich stark genug, um eine zuverlässige Erkennung zu gewährleisten. Beim Antippen auf dem Bildschirm propagieren die Vibrationen durch das Material. Harrison et al. haben hierfür ein Stethoskop mit angeschlossenem Mikrofon verwendet. Für die einzelnen Gesten wurden dann Trainingsaufnahmen für eine Stützvektormaschine (engl. Support Vector Machine, SVM) verwendet. Mittels dem maschinellen Lernen können die Eingaben klassifiziert werden und dann als Fingerkuppe,-knöchel oder -nagel zugewiesen werden. Die Erkennung benötigt ca. 100ms und eignet sich somit für Echtzeitanwendungen. Allerdings hat diese Umsetzung den Nachteil, dass zwei oder mehr gleichzeitige Eingaben wie z.B. einen Knöchel und einen Nagel, nicht erkannt werden können.

Mittels Knöchel und Nagel können alternative Eingaben gemacht werden. Wie auch am PC, sind damit ähnliche Eingaben wie ein Rechtsklick oder ein Klick mit dem Mausrad denkbar. Damit kann man einzelne Funktionen einzelnen Fingern zuordnen. Die dabei bekannten Basisfunktionen wie Kopieren, Einfügen oder Ausschneiden/Löschen sind dabei naheliegend. Funktionen, bei denen beispielsweise der Finger gedrückt gehalten werden muss, können durch die Knöchel- oder Nageleingabe ersetzt werden. Harrison et al. [HSH11] haben hier mehrere Anwendungsmöglichkeiten vorgeschlagen. Der Nagel kann hierbei als „Rückgängig-Funktion“ oder Löschen genutzt werden. So können Texteingaben bei Fehlern leicht rückgängig gemacht werden, ohne dass hierfür ein Button nötig ist. Eine weitere beschriebene Möglichkeit von Harrison et al. wäre, bei einer Softtastatur auf mehrere Seiten für unterschiedliche Zeichen zu verzichten. So können Großbuchstaben direkt mit dem Knöchel ausgewählt werden anstatt das Layout der Softtastatur vorher zu ändern. Auch systemweite Funktionen wären denkbar. Beispielsweise kann durch ein zweimaliges Klopfen mit den Knöchel ein Screenshot ausgelöst werden.

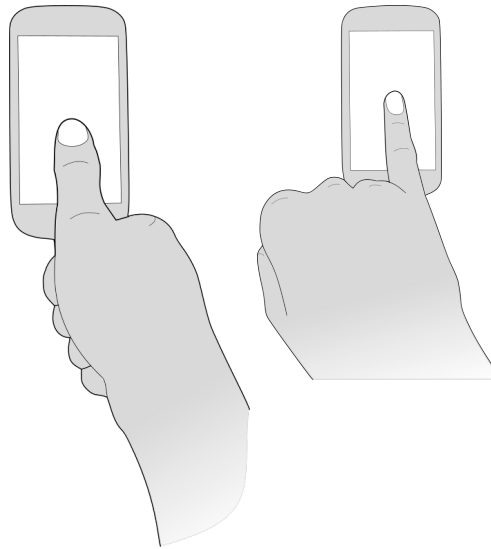


Abbildung 2.4.: Es können von dem Daumen bis zum kleinen Finger alle Finger verwendet werden.

2.1.4. Verschiedene Finger

Touchscreens können in der Regel nicht unterscheiden, welcher Finger momentan genutzt wird. Colley et al. [CH14] haben für die Erkennung unterschiedlicher Finger einen Leap Motion Sensor² genutzt. Somit kann jeder einzelne Finger erkannt werden. Auch hier sind alternative Eingaben durch die verschiedenen Finger möglich. Diese Gestenform kann zwar nicht mit reiner Smartphone-Hardware umgesetzt werden, ist aber eine generell intuitive Geste und wurde deshalb ausgewählt und einbezogen. Colley et al. haben zu ihrer Eingabemethode auch ein Studie durchgeführt, um die Leistung der einzelnen Finger zu beurteilen. Die Studie orientierte sich dabei an der Methode von Henze et al. [HRB11].

Colley und Häkikä [CH14] haben beispielsweise in ihrem Prototyp, eine Telefonbuch-Applikation, für jeden Finger unterschiedliche Funktionen implementiert. So kann mit dem Daumen ein Kontakt direkt angerufen werden, mit dem Zeigefinger die Kontaktdetails aufgerufen oder mit dem Ringfinger der Kontakt gelöscht werden. Bei den durchgeführten Studien von Colley und Häkikä kamen sie zum Schluss, dass allerdings kritische Funktionen wie das Löschen von Elementen nicht von Nutzern gewünscht wurde. Denn das versehentliche Löschen oder Teilen von Inhalten ist durch die einfache Eingabe nicht auszuschließen. Weiterhin existierten Schwierigkeiten beim Merken der unterschiedlichen Funktionen für jeden Finger sowie die Unannehmlichkeit beim Benutzen des Ringfingers. Daher schlugen sie in ihrer Arbeit vor, die Anzahl der zu unterscheidenden Finger auf drei zu begrenzen. So können Daumen

²<https://www.leapmotion.com/>

und Zeigefinger die Standardeingaben durchführen und zwei andere Finger, wie Mittelfinger und kleiner Finger, machen von extra Funktionen Gebrauch.

2.2. Grundlagen Designerstellung

Zur Erstellung der Visualisierungen werden zwei grundlegende Designregeln von Ben Schneiderman [Shn97] und Donald Norman [Nor13] verwendet. Diese wurden aufgrund ihrer Beständigkeit im Bereich der Designerstellung als Grundlage genutzt. Zuerst werden die sieben Grundlagen des Designs (englisch: „Fundamentals of Design“) vorgestellt:

1. Discoverability (Entdeckbarkeit)
2. Affordances (Aufforderungen)
3. Signifiers (Andeutungen)
4. Mapping (Zuordnung)
5. Constraints (Einschränkungen)
6. Feedback (Rückmeldung)
7. Conceptual model (Konzeptmodell)

Die (1) Entdeckbarkeit beschreibt, wie einfach es ist, Inhalte zu bedienen und zu finden. Beispiele dafür sind Dropdown-Menüs, Schieberegler und Gesten wie das Vergrößern von Inhalten am Smartphone. Je weniger Aufwand der Anwender benötigt, um Inhalte zu verstehen bzw. nutzen zu können, umso besser ist das Element. (2) Aufforderungen ermöglichen Inhalte, sobald mit ihnen interagiert wird. Diese hängen von dem Objekt und den Fähigkeiten des Nutzers ab. Als Beispiel können Webseiten genommen werden. Solange diese nicht für mobile Geräte ausgelegt sind, können Nutzer auf Smartphones nicht alle Inhalte nutzen. Die Aufforderungen werden dabei mittels den (3) Andeutungen sichtbar gemacht. Diese weisen den Nutzer darauf hin, dass er an dieser Stelle interagieren kann. Passend ist z.B. die „Senden“-Taste für eine E-Mail, damit der Nutzer E-Mails verschicken kann. (4) Mittels Zuordnung wird die Beziehung zwischen zwei Objekten gebildet. Durch das Schalten eines Tasters oder Buttons wird beispielsweise das Licht im Raum oder die LED am Smartphone aktiviert. Somit muss darauf geachtet werden, dass der Nutzer die Beziehung zwischen zwei Objekten nachvollziehen kann. (5) Durch Einschränkungen soll klar kommuniziert werden, wie das Objekt genutzt werden kann. Ein Schieberegler hat zwei Enden, bei welchen der Regler nicht weiter bewegt werden kann und so indirekt dem Nutzer den maximalen und den minimalen Wert mitteilen. (6) Durch Rückmeldung lässt man den Nutzer wissen, dass seine Aktion einen Effekt hatte. Wird beim erfolgreichen Senden einer Nachricht eine Melodie abgespielt, so weiß der Nutzer, dass diese Nachricht erfolgreich gesendet wurde. Allerdings kann der Fall auftreten, dass eine Rückmeldung unerwünscht

2. Verwandte Arbeiten

ist. So sollte beim Stummschalten des Smartphones generell keine Melodie abgespielt werden. So müssen dann Alternativen, wie ein Pop-Up Fenster angewendet werden. Doch auch hier kann der Nutzer nach einigen Wiederholungen dies als störend empfinden. Somit sollte darauf geachtet werden, dass die Rückmeldung die Tätigkeiten nicht negativ beeinflusst. (7) Das Konzeptmodell beschreibt, wie das System aufgebaut ist und zusammenhängt. Hier ist beispielsweise Menüführung ein wichtiger Faktor. Je verständlicher diese für den Nutzer ist, desto besser kann er sich darin zurechtfinden und kann effektiv damit arbeiten.

Als nächstes wird auf die acht goldenen Regeln von Schneiderman eingegangen:

- (a) Strive for consistency (Nach Konsistenz streben)
- (b) Enable frequent users to use shortcuts (Erfahrenen Benutzern ermöglichen, Abkürzungen zu Nutzen)
- (c) Offer informative feedback (Anbieten von informativen Rückmeldungen)
- (d) Design dialog to yield closure (Design von Dialogen zur Verdeutlichung der Abgeschlossenheit)
- (e) Offer simple error handling (Einfache Fehlerbehandlung anbieten)
- (f) Permit easy reversal of actions (Möglichkeit zur Stornierung anbieten)
- (g) Support internal locus of control (Benutzerkontrolle)
- (h) Reduce short-term memory load (Kurzzeitgedächtnis entlasten)

Erstellte Designs sollten (a) konsistent sein. Das bedeutet, dass dieselben Interaktionen, auch dieselben Funktionen ausführen. Der Aufbau der Menüführung kann hier auch konsistent sein. Beispielsweise kann bei einem Popup-Fenster sich die mögliche Auswahl „Ja“ links und „Nein“ rechts befinden. Mit zunehmender Auseinandersetzung einer Software, gewinnt der Benutzer an Erfahrung. Um schneller und effektiver arbeiten zu können, wird ihm dies durch (b) Abkürzungen innerhalb der Software ermöglicht. Eine bekannte Tastenkombination wie „STRG + C“ stellt eine solche Abkürzung da. Erfahrenen Nutzern wird die Arbeit erleichtert und können so schneller und effizienter mit der Software umgehen. Wie im Alltag, benötigen Nutzer eine Form von (c) Rückmeldung, sobald dieser mit Gegenständen interagiert. Daher sollte dem Benutzer auch in einer digitalen Umgebung die Möglichkeit haben, Rückmeldungen für seine Aktionen zu erhalten. Für kleinere und häufige Aktionen wie ein Mausklick, kann dies beispielsweise ein Klickgeräusch sein. Aktionen, welche seltener und stärker ins Gewicht fallen, wie das Löschen von Daten, benötigen eine stärkere Rückmeldung für den Nutzer. Bei einer Abfolge von Aktionen, sollten diese für den Nutzer (d) abgeschlossen sein. Das bedeutet, dass die Aktionen einen klaren Anfang, Mittelteil und Ende besitzen. Dem Nutzer kann somit das Gefühl vermittelt werden, seine Aufgabe abgeschlossen zu haben, bevor er mit der nächsten Aufgabe beginnt. Falls der Nutzer (e) Fehler macht, dann sollte das System möglichst so gestaltet sein, dass diese Fehler nicht schwerwiegend sind und das System Nutzerfehler erkennt und eine verständliche Fehlerbehandlung anbietet. Weiterhin sollte der Benutzer in der Lage sein,

seine (f) Aktionen rückgängig zu machen, beispielsweise bei einem Falscheingabe von Werten. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass der Nutzer keine gravierenden Fehler begehen kann, welche er nur schwer wieder behebbar sind. Je erfahrener eine Person mit dem System ist, desto mehr Kontrolle möchte dieser haben. Daher sollte die Software auf die (g) Aktionen des Anwenders reagieren, statt umgekehrt. Um den (h) Nutzer zu entlasten, sollte sich dieser möglichst wenig Informationen zum Arbeiten merken. Das genutzte System sollte möglichst einfach gestaltet sein.

2.3. Zusammenfassung

Aus den unterschiedlichen vorgestellten interaktiven Eingabemethoden für Smartphones und Touchscreens wurden vier Interaktionsmethoden für Touchscreens ausgewählt: (1) MicroRolls [RLG09], (2) 3D Angle [Rog+11; XSH15; Zal12], (3) Fingerkuppe, -knöchel, -nagel [HSH11] und (4) verschiedene Finger [CH14]. Diese wurden vorgestellt und beschrieben. Weiterhin wurden Grundregeln der Designerstellung von Ben Schneidermann und Donald Norman [Nor13; Shn97] vorgestellt. Somit wurden neue Interaktionsmethoden identifiziert, um diese im Bezug auf Nutzungsverhalten und Präsentation zu untersuchen. Die Grundregeln der Designerstellung gelten hier als ersten Anhaltspunkt für die Erstellung der Visualisierungen. Als Nächstes wird der Erstellungsprozess für die Interviews behandelt, welche die genannten Grundregeln als Basis für die Fragen verwenden.

3. Experteninterviews mit Interaktionsdesignern

Nachdem die ausgewählten Gesten und Ideen zu möglichen Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt wurden, gilt es im Folgendem, konkrete Anwendungsfälle mit zugehörigen Bedienelementen zu erstellen. Um möglichst hochwertige Anwendungsfälle, Visualisierungs- und Interaktionskonzepte zu erhalten, wurden neben der Literaturrecherche zwölf Experten im Bereich der Designerstellung interviewt. Die Auswahl erfolgte mittels einer E-Mail Umfrage an freiwillige Interviewpartner aus der Universität Stuttgart, Hochschule der Medien in Stuttgart und der Hochschule für Gestaltung in Schwäbisch Gmünd. Für das Interview erhielten die Interviewpartner zehn Euro als Aufwandsentschädigung.

3.1. Erstellung der Interviewfragen

Um die Leitfragen für das Interview zu erstellen, wurden neben der Literaturrecherche, welche im Kapitel „Verwandte Arbeiten“ behandelt wurde, die Goldenen Regeln von Schneidemann [Shn97] sowie die sieben „Fundamentals of Design“ [Nor13] beachtet. Die Fragen sollen den Experten so vorgestellt werden, dass diese in ihrer selbst gewählten (Fach-)Terminologie antworten können. Mittels dem Leitfragenkatalog soll sichergestellt werden, dass alle vorbereiteten Fragen bezüglich der unterschiedlichen Designgrundlagen gestellt werden. Als übergreifende Leitfrage für den Katalog wird folgende Frage gestellt: „Wie sollten grafische Bedienelemente für neue interaktive Eingabemöglichkeiten auf Touchscreens gestaltet werden?“.

Da die Interviewpartner mit wahrscheinlich für sie unbekanntem Gesten bzw. Interaktionsmethoden zum ersten Mal konfrontiert werden, wird das Interview mit einem Einleitungsteil begonnen. Bevor die eigentlichen Interviewfragen gestellt werden, hatten die Interviewpartner noch einmal selbst die Möglichkeit, Fragen zu stellen oder Unklarheiten zu stellen. Dieser Einleitungsteil beinhaltet allgemeine Fragen zur alltäglichen Touchscreen Benutzungs. Hierbei liegt der Schwerpunkt zu erfahren, wie oft die Interviewpartner mit Touchscreengeräten im Alltag umgehen und ob sie verschiedene Geräte mit Touchscreens verwenden. Nach diesen Einleitungsfragen werden die ausgewählten Interaktionsmethoden durch eine kurze PowerPoint Präsentation und zugehöriger Erklärung vorgestellt.

3. Experteninterviews mit Interaktionsdesignern

Nach der Einführung zu den neuen Interaktionsmethoden, kommt der mittlere Fragenblock, welcher zum Sammeln unterschiedlicher Anwendungsfälle (englisch: „use cases“) dient. Dabei wird zu jeder Geste nach einem möglichen Anwendungsfall gefragt. Nachdem sich die Teilnehmer frei über Anwendungsfälle äußern können, werden darauf folgend Fragen gestellt, wie man folgende Applikationen mit den vorgestellten Interaktionsmethoden erweitern könnte: Messenger Dienste, PDF-Reader, E-Mail Programme, Kalender, Browser, Wecker oder Musik-Player. Diese Applikationen wurden ausgewählt, da diese in der Regel bereits auf Smartphones vorinstalliert sind¹ und daher dem Nutzer höchstwahrscheinlich bekannt sind. Der Fragenblock dient dem Sammeln von Ideen und soll den Interviewteilnehmer anregen, sich mit der Thematik auseinander zu setzen, bevor konkrete Fälle und Visualisierungen gefragt werden.

Als Nächstes wird der Hauptteil der Fragen erstellt. In diesem Fragenblock werden dem Interviewpartner Fragen gestellt, welche sich an den vorher vorgestellten Designgrundlagen orientieren. Die Fragen werden bezüglich der Anzahl der Interaktionsmethoden in vier Blöcke unterteilt. Jeder Block enthält ein sich wiederholendes Fragenset für die jeweilige Interaktionsmethode. Hierbei wird ein weiteres Mal nach konkreten Anwendungsfällen gefragt. Allerdings liegt der Fokus hier auf ein konkretes Beispiel, welches mithilfe des Leitfragenkatalogs elaboriert werden soll. Als Beispiel für eine Visualisierung wird die Funktionsweise von digitalen Buttons den Teilnehmern genannt. Die Buttons sind in der Regel so gestaltet, dass diese visuell nach außen gewölbt sind und bei der Interaktion, also dem Drücken des Buttons, der Button durch eine Animation nach innen gewölbt wird. So erhält der Nutzer das Feedback, dass der Button erfolgreich betätigt wurde. Nach der Vorstellung des Beispiels, werden die Fragenblöcke behandelt.

Ziel der Fragen ist es, die bereits geforderten Designgrundlagen in die Fragen aufbauend einzubinden. Die erste Frage, deckt den Bereich der Konsistenz ab. Mit der Frage (1) „Bei welchen Applikationen kann dieses genutzt werden? Falls bei mehreren, ist die Benutzung bei allen gleich?“, soll herausgefunden werden, ob die Interaktion möglicherweise auch bei mehreren Anwendungsfällen genutzt werden kann. Für die eigentliche Visualisierung soll der Fokus auf einen Anwendungsfall gelegt werden. Danach wird die Funktion für diesen Fall in Erfahrung gebracht: (2) „Was bewirkt das Element in der Applikation? Welche Funktion hat es?“. So soll die Zuordnung der Visualisierung und der Interaktion in Erfahrung gebracht werden. Zu der Zuordnung gehört auch die Frage, an welcher Position sich das Element befindet: (3) „Wo sollte das Element sich auf dem Bildschirm befinden?“. Als Frage bezüglich der Entdeckbarkeit von der Visualisierung, soll dies mit (4) „Wann wird das Element angezeigt?“ beantwortet werden. Hier ist die Möglichkeit gegeben, ob das Element nur bei der ersten Benutzung sichtbar ist oder ständig dargestellt werden soll. Falls das Element eine schnellerer Alternative zu einer bekannten Funktion bietet, kann die neue Interaktion dem Nutzer erst gezeigt werden, sobald er die schnellere Funktion gebrauchen könnte. Nach diesen Fragen soll der Interviewteilnehmer dazu aufgefordert werden, seine Visualisierung auf der Zeichenvorlage zu zeichnen: (5) „Wie sieht das Element im Initialzustand aus?“. Mithilfe der gefertigten Zeichnung soll in Erfahrung

¹<https://www.apple.com/iphone-7/specs/>

gebracht werden, wie der Nutzer auf die Visualisierung aufmerksam gemacht wird. Somit wird nach möglichen Aufforderungen und Andeutungen gefragt (6) „Wie kann die mögliche Interaktion gezeigt werden?“. Sobald der Nutzer dann mit dieser Visualisierung interagiert, wird nach dem möglichen Feedback gefragt. Durch die Frage (7) „Was passiert bei der Interaktion? Welches Feedback erhält der Nutzer?“, soll sichergestellt, was während der Interaktion passiert. So kann sich in diesem Fall nur die Visualisierung ändern, zusätzlich Geräusche abgespielt werden oder der Nutzer erhält ein Feedback z.B. Vibration. Auch bei dieser Frage wird der Interviewpartner dazu aufgefordert, wieder die Zeichenvorlage zu nutzen. So können die unterschiedlichen Zwischenschritte der Visualisierung als Zeichnung festgehalten werden. Sobald die vorherige Zeichnung fertig gestellt wurde, wird nach einer weiteren Zeichnung gefragt: (8) „Wie sieht das Element nach der Interaktion aus?“. Hierbei soll festgelegt werden, ob die Visualisierung sich wieder im ursprünglichen Zustand befindet. Diese Erkenntnis wird auch mit der nächsten Frage unterstützt: (9) „Ist diese wieder im Initialzustand oder gibt der Zustand weitere Informationen preis?“. Hierbei soll die Frage nach der Abgeschlossenheit der Visualisierung beantwortet werden und dass das Element nach Möglichkeit informatives Feedback geben soll. Falls das Element immer in den Initialzustand zurückkehrt, kann der Nutzer die Visualisierung immer auf die gleiche Weise nutzen. Ansonsten sollte darauf geachtet werden, dass eine weiterführende Interaktion ersichtlich bleibt. Für eine intuitive Visualisierung gilt es auch zu verdeutlichen, welche Restriktionen sich in dieser befinden: (10) „Woran können die Restriktionen erkannt werden?“. So soll der Nutzer möglichst bereits im Vorfeld erkennen, welche möglichen Bewegungen für dieses Element möglich sind. Bei der Interaktion mit digitalen Inhalten im Alltag passieren auch Fehler. Dies gilt auch für die vier ausgesuchten möglichen Interaktionen. Mit der Frage (11) „Welche Fehler können bei der Interaktion passieren? Wie kann man gravierende Fehler vermeiden?“ soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass dem Nutzer eine möglichst einfache Fehlerbehandlung angeboten wird und nach Möglichkeiten gemachte Fehler wieder stornierbar sind. Als Nächstes sollen die Teilnehmer gefragt werden, ob sie das erstellte Element intuitiv finden: (12) „Ist das erstellte Element intuitiv oder muss erst gelernt werden, damit umzugehen?“. Die Teilnehmer können hier eine persönliche Einschätzung abgeben. Die vorletzte Frage des Fragenblocks handelt von möglichen Bildschirmgrößen: (13) „Ist die erstellte Visualisierung auf unterschiedlich großen Bildschirmen anwendbar?“. Manche der ausgewählten Interaktionen im Zusammenhang mit den erstellten Visualisierungen sind eventuell nicht vorteilhaft auf besonders kleinen Bildschirmen wie bei einer Smartwatch. Als abschließende Frage für die jeweilige Interaktion werden die Teilnehmer nach einer möglichen Evaluation gefragt: (14) „Wie würden Sie das Element evaluieren?“. Dabei soll auf mögliche Testszenarien, bewertbaren Kriterien und deren Auswertung eingegangen werden. Die Interviewpartner wissen nicht, dass für den geplanten Front-End Prototyp eine Wizard-of-Oz Studie geplant ist. Der Leitfragenkatalog befindet sich im Anhang A.1.

Der Frageblock wird für alle vier Interaktionen jeweils einmal durchlaufen und entsprechende Zeichnungen sollen von den Interviewpartnern erstellt werden. Nachdem alle Fragen gestellt wurden, können die Teilnehmer noch einmal abschließende Fragen stellen. Danach ist das Interview beendet.

3.2. Auswahl der Interviewpartner

Freiwillige Interviewpartner wurden mithilfe einer E-Mail Umfrage gefunden, in welcher sich Studenten aus drei unterschiedlichen Hochschulen eintragen konnten: Universität Stuttgart, Hochschule der Medien - Stuttgart und der Hochschule für Gestaltung - Schwäbisch Gmünd. Die Teilnehmer konnten sich online für verschiedene mögliche Zeitfenster innerhalb der beiden nächsten bevorstehenden Wochen eintragen. Anhand dieser Antworten wurden entsprechende Termine vereinbart. Es wurden insgesamt zwölf Teilnehmer ausgewählt, drei weibliche und neun männliche Teilnehmer. Die Teilnehmer waren Studenten der genannten Hochschulen oder wissenschaftliche Mitarbeiter der Universität Stuttgart. Die Studenten befanden sich hierbei bereits zwischen dem dritten und sechsten Semester in den folgenden Bachelor Studiengängen: Informationsdesign, Medienwirtschaft, Mobile Medien und Interaktionsgestaltung.

Zehn der Interviews wurden vor Ort durchgeführt und zwei Interviews wurden mittels Skype² geführt. Die Durchführung erfolgte dabei an der Hochschule der Gestaltung in Schwäbisch Gmünd, an der Hochschule der Medien in Stuttgart oder an der Universität Stuttgart. Die Teilnehmer mussten vor dem Interview eine Einwilligungserklärung auf Englisch unterschreiben, in welcher folgendes festgehalten wird: Die Dauer des Interviews (bis zu 120 Minuten), Erstellung einer Audioaufzeichnung, dass die Teilnehmer das Interview jederzeit beenden dürfen und die Vergütung von zehn Euro beträgt für das abgeschlossene Interview.

3.3. Interviewdurchführung

Die persönlichen Interviews wurden mit dem „Zoom H1 Handy Recorder“³ oder mit Skype geführt und aufgezeichnet. Für die Interviews wurden Zeichenvorlagen angefertigt, welche die Teilnehmer für das Erstellen der Visualisierungen nutzen konnten. Pro Interaktionsmethode galt es, je eine der Zeichenvorlagen für eine eindeutige Trennung und Identifizierung zu nutzen. In der Zeichenvorlage existieren mehrere Felder für die verschiedenen Zustände der Visualisierung. Somit können die Interviewpartner die möglichen Zustände vor, während und nach der Interaktion zeichnen, falls diese anwendbar sind. Die Fragenblöcke wurden dabei über einen „balanced Latin square“-Design [CG80] ausgeglichen. Bei den Interviews wurde nach Möglichkeit darauf geachtet, dass diese an möglichst leisen Orten stattfinden. So sollen für die späteren Transkribierungen möglichst wenig Hintergrundgeräusche vorhanden sein.

²<https://www.skype.com>

³<https://www.zoom-na.com/products/field-video-recording/field-recording/zoom-h1-handy-recorder>

3.4. Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Erstellung der Interviewfragen sowie dessen Durchführung mit den Interviewpartnern behandelt. Die Fragen wurden dabei in unterschiedliche sich wiederholende Fragenblöcke für die vier Interaktionsmöglichkeiten aufgeteilt. Die gestellten Fragen orientieren sich dabei an den Designregeln von Ben Schneidermann und Donald Norman [Nor13; Shn97]. Im nächsten Kapitel wird die Evaluierung der Interviews und die sich daraus resultierenden Ergebnisse behandelt.

4. Auswertung der Interviews

Es wurden insgesamt zwölf Personen mit den vorgestellten Fragen befragt. Als Nächstes werden die Interviews basierend auf den angefertigten Zeichnungen und den Audioaufnahmen ausgewertet. Die Auswertung der Audioaufnahmen erfolgt durch Transkription dieser und mit der Codierung durch die Software „Atlas.ti“¹.

4.1. Transkription

Die Aufnahmen der Interviews reichten von mindestens 60 Minuten bis zu einer Maximalzeit von 120 Minuten, mit einer Durchschnittszeit von 83,33 Minuten und einer Standardabweichung von 7,27 Minuten. Insgesamt wurden 16 Stunden und 46 Minuten Aufnahmematerial erstellt. Eines der Interviews wurde hierbei auf Englisch geführt. Für die spätere Auswertung ist es wichtig, dass der Inhalt der Aussagen der Interviewpartner in der Transkription nachvollzogen werden kann. Daher wird auf die Transkription ein angepasstes Regelsystem angewendet, welches sich an den Regeln von Kuckartz et al. [Kuc+08] und Dresing und Pehl [DP12] orientiert. Es werden einfache Transkriptionsregeln verwendet, damit im späteren Analyseschritt die wesentlichen Inhalte herausgelesen werden können. Für die Transkription wird „wörtlich transkribiert, also nicht lautsprachlich oder zusammenfassend. Vorhandene Dialekte werden nicht mit transkribiert.“ [Kuc+08]. Somit sollen umgangssprachliche Abkürzungen wie z.B. „wie'n“ zu „wie ein“ aufgeschrieben werden. Weiterhin wird das Gesprochene deutlich geglättet, dass es an das Schriftdeutsch angepasst wird. Da das zehnte Interview auf Englisch geführt wurde, gelten auch hier die selben Regeln, nur dass dieses auf Englisch transkribiert wurde. Auch wird beachtet, dass „Wort- und Satzabbrüche sowie Stottern ausgelassen werden“ [DP12]. Doppelte Wortwiederholungen werden nur aufgeschrieben, wenn der Sprecher etwas Bestimmtes betonen möchte, z.B.:

„Ich glaube, bei Smartwatch ist das viel, viel praktischer.“ (*Interview 2*)

Auch die Interpunktion wird so geglättet, dass eine bessere Lesbarkeit möglich ist. So werden nach Möglichkeit kürzere Sätze geschrieben, dementsprechend eher ein Punkt anstatt ein Komma gesetzt [DP12]. Allerdings hat dieses Verfahren den Nachteil, dass manchmal Sätze mit „Und“ oder „Oder“ anfangen, da hier auf das Absenken der Stimme für Pausen geachtet

¹<http://atlasti.com/de/produkt/v7-windows/>

4. Auswertung der Interviews

wird. Dennoch wird der Lesefluss dadurch kaum beeinflusst. Zahlen werden bis zu der Ziffer 12 ausgeschrieben. Falls einer der Interviewteilnehmer Namen nennt oder sonstige Informationen erwähnt, welche einen Rückschluss auf die befragte Person zulassen, werden diese anonymisiert [Kuc+08]. Der Interviewer wird in der Transkription durch ein „I:“ gekennzeichnet. Die unterschiedlichen befragten Personen werden durch ein „Bx:“ beschrieben, wobei das „x“ mit der Interviewnummer ersetzt wird, wie z.B. „B1:“ oder „B7:“ [DP12; Kuc+08]. Zukünftige Referenzen zu den einzelnen Befragten werden kurisiv mit ihrer Abkürzung gekennzeichnet. Nach jeder Aussage eines Teilnehmers wird eine Leerzeile eingefügt, um die Lesbarkeit zu erhöhen [DP12; Kuc+08]. Lautäußerungen oder Verständnissignale des Nichtsprechenden wie „Ja“, „Aha“ oder „Hm“ etc. werden nicht transkribiert, solange der Redefluss nicht unterbrochen wird. Falls doch, werden wieder Leerzeilen eingefügt [DP12; Kuc+08]. Lautäußerungen wie das Lachen werden in Klammern gesetzt, falls eine „Aussage unterstützt[...] oder verdeutlicht[...] wird“ [Kuc+08]. Ein wichtiger Aspekt sind die Pausen in einem Gespräch. Dadurch kann in der Transkription nachvollzogen werden, dass gerade ein Gedankensprung stattgefunden hat oder ob der Teilnehmer gerade nachdenken musste. Die Pausen werden je nach Länge durch eine Klammer mit Auslassungspunkten markiert [DP12; Kuc+08]. Kurze Pausen von ein bis zwei Sekunden werden mit „(.)“ zwei Auslassungspunkten markiert. Pausen zwischen drei und vier Sekunden werden mit „(...“ hervorgehoben. Zu besonders langen Pausen mit mehr als vier Sekunden Stille wird „(lange Pause)“ aufgeschrieben. Diese haben keine zeitliche Obergrenze. Weiterhin werden Hintergrundgeräusche hervorgehoben, wenn diese zum Kontext der Situation beitragen. So wird durch „(zeichnet)“ notiert, wenn es aus der Aufnahme ersichtlich ist, dass der Befragte beispielsweise etwas zeichnet. Kombinationen wie „(zeichnet)“ und „(lange Pause)“ sind auch möglich. Es wird ersichtlich, dass hier für einen längeren Zeitraum der Befragte beschäftigt ist. Falls Aussagen nicht verständlich sind, werden diese durch „[unverständlich]“ gekennzeichnet. Dieser Fall kann eintreten, falls einer der Teilnehmer zu leise ist, da sie/er sich gerade vom Mikrofon weggedreht hat oder Hintergrundgeräusche den Teilnehmer übertönen. Den Interviewpartnern wurden in den Interviews die unterschiedlichen Gesten durch eine kurze PowerPoint-Präsentation vorgestellt. Da hier hauptsächlich ein Monolog des Interviewenden stattfindet und die Gesten bereits in Kapitel 2.1 vorgestellt wurden, wird in der Transkription ein Schnitt durch „[Schnitt, hier werden die Eingabemethoden mittels einer PowerPoint-Präsentation vorgestellt.]“ markiert. Vor und nach dieser Notiz befindet sich jeweils eine Leerzeile. Innerhalb von diesem Schnitt gehen keine inhaltlich relevanten Informationen verloren, da den Experten nur die Gesten mit Bildern vorgestellt werden. Anderweitige Pausen oder Unterbrechungen werden auch mittels eckigen Klammern „[...]“ dargestellt und beschrieben.

4.2. Codierung der Interviews

Bevor mit der Auswertung der Interviews begonnen werden kann, müssen die Antworten der Interviewpartner erst thematisch eingeordnet werden. Für diese Einordnung wurde die Software „Atlas.ti“¹ Version 7.5.18 genutzt. „Atlas.ti“ ist ein Analyseprogramm für qualitative

Daten, welches die Organisation und Evaluierung dieser Daten erleichtert.. Hinter der Codierung befindet sich der Prozess, Antworten von Interviewpartnern thematisch zusammen zu fassen, damit sie nach der Codierung eingeordnet werden. So soll ein Überblick gewonnen werden, welche Themen beispielsweise häufig oder weniger häufig angesprochen wurden. Für diese Codes können ganze Textbereiche selektiert werden, welche durch Codewörter konsolidiert werden können. Dabei können unterschiedliche Textbereiche mit dem gleichen Codewort codiert werden. So ist es nach der Codierung möglich, die Anzahl der Textstellen mit gleichen Codes wiederzufinden. Dies erleichtert es nachzuvollziehen, wie oft z.B. ein bestimmtes Thema angesprochen wurde. Es wurden für die Interviews insgesamt 840 Codes erstellt. Zur Einordnung wurden die Codewörter nach einem simplen Schema erstellt. Codewörter im Einführungsteil erhielten erst das „[Themengebiet]:[Inhalt]“, sowie bei benutzte Geräte: „Geräte: Handy“. So ist eine direkte Zuordnung zu den Einleitungsfragen möglich, als Beispiel „Interesse:MicroRolls“. Die Fragen aus dem Hauptteil wurden je nach Interaktionsmethode folgendermaßen aufgebaut: „#[Geste]: [Inhalt]“, wie z.B. „#FKN: Funktioniert auf ganzem Bildschirm“ („FKN“ steht für „Finger-Knöchel-Nagel“). Nach der Erstellung der Codes für alle Interviews können diese als Summe betrachtet werden. So können die am häufigsten angesprochen Themen betrachtet werden. Beispielsweise benutzen alle Interviewpartner täglich ein Smartphone, da das entsprechende Codewort zwölf mal zugewiesen wurde. Mithilfe einer gesamten Sicht auf die Codeworte, ist es möglich, ähnliche Codewörter zu finden und zu konsolidieren.

4.3. Zeichnungen

Jeder Interviewpartner wurde gebeten, sich für jede Geste einen Anwendungsfall zu überlegen und für diesen eine passende Visualisierung zu erstellen. Somit entwarf jeder Teilnehmer mindestens vier Zeichnungen. Hierbei wurden verschiedene Ansätze ausgewählt, mit welchen der potentielle Nutzer mit der Geste konfrontiert werden soll. So wurden zum einen einzelne Visualisierungen für die Gesten explizit erstellt, Erklärungsmöglichkeiten skizziert oder Skizzen für den Aufbau eines konkreten Anwendungsfall gezeichnet. Die Experten hatten hierzu für jede Geste Zeichenvorlagen erhalten, welche tabellarisch in mehrere Felder unterteilt waren, um die Skizzen kontextbezogen zu erstellen. Dabei wurde folgende Unterteilung bereitgestellt: (1) „Normaler Zustand / Vor der Interaktion“, (2) „Interaktionsmöglichkeit“, (3) „Zustand bei Berührung / Interaktion“, (4) „Zustand nach der Interaktion“ und (5) „Zustand bei Fehler / Welche Grenzen existieren?“. Das thematische Nutzen dieser Felder war für die Experten freiwillig und sollte als Anhaltspunkt dienen. Die Experten mussten hierbei auch nicht alle Felder ausfüllen. Für jede Zeichnung wurden für die passenden Gesten folgende Einordnungen genutzt: „MR“ für MicroRolls, „3D Angle“ für den Fingerwinkel und die Fingerrichtung bzw. Drehung, „FKN“ für den Fingerknöchel bzw. Fingernagel und „VF“ für die verschiedenen Finger. Die Zeichenvorlage befindet sich im Anhang A.2.

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Die Auswertung der Interviews orientiert sich an den Themenblöcken des Interviews. Zunächst werden die allgemeinen Fragestellungen aus dem Einleitungsteil behandelt. Nach einer groben Ideensammlung wird auf die einzelnen Gesten eingegangen. Dabei werden die unterschiedlich gefundenen Anwendungsfälle mit den zugehörigen Zeichnungen präsentiert. Somit wird immer entlang einer Dimension ausgewertet, da jede Geste eine Dimension repräsentiert. Hierbei entspricht eine Dimension immer einer der jeweiligen Frageblöcke.

Alle Interviewpartner nutzen Smartphones und Geräte mit Touchscreens, wie Tablets und Laptops. Eine Person nutzt auch eine Smartwatch. Die Smartphones werden von allen Teilnehmern mehrmals täglich genutzt. Die Teilnehmer gaben an, das Smartphone zur Kommunikation nutzen, wie das Austauschen von Kurznachrichten zu verwenden. Andere Tätigkeiten, wie Filme schauen Online-Bestellungen aufgeben oder das Schreiben von Texten werden hauptsächlich am Laptop ausgeführt. Denn durch die eingeschränkte Bildschirmgröße (*B6*) und die fehlende physikalische Tastatur (*B4 und B6*) eignen sich solche Tätigkeiten besser an einem PC.

4.4.1. Erste Ideen der Experten

Nach den ersten Einleitungsfragen wurden den Interviewteilnehmern die unterschiedlichen Interaktionsmethoden vorgestellt. Dabei wurden sie gefragt, welche der Methoden sie spontan am interessantesten fanden. Es wurden auch teilweise zwei Interaktionsmethoden genannt. Die Hälfte der Experten gab an, dass sie die „MicroRolls“ am interessantesten hielten. Vier Teilnehmer sprachen sich für die „Verschiedenen Finger“ aus, drei Mal wurde die „Fingerknöchel-Nagel“ genannt und zwei Mal die „Fingerorientierung“.

Bei der Frage, welche möglichen Anwendungsfälle sich die Experten für die „MicroRolls“ vorstellen könnten, wurde am häufigsten das „Blättern“ von Seiten, wie Text, genannt (*B4, B10 und B12*). Zwei Mal wurde das Bedienen eines Musik-Players genannt (*B2 und B9*), sowie Spiele (*B3 und B8*) und das Ändern der Sicht in einer 3D Umgebung (*B2 und B11*). Bei diesen Anwendungsfällen handelte es sich nur um erste generelle Ideen. Hierbei wurde nicht näher auf die Ideen eingegangen. Die Fragen dienten lediglich zum Sammeln von unterschiedlichen Ideen und konnten später im Interview wieder aufgegriffen werden. So sollten die Teilnehmer die Möglichkeit haben, sich schrittweise mit dem Thema vertraut machen zu können. Folgende Anwendungsfälle wurden einmal zum Rollen erwähnt: den Wecker stellen; das Wischen ersetzen (links und rechts scrollen); Shortcuts wie bei Samsung; Slider ersetzen; bei der Smartwatch Werte verändern; Shortcut für Flugmodus; bessere Genauigkeit bei zwei Elementen, ob man das Linke oder Rechte auswählt; bei einem Kalender den Tag ändern; bei allgemeinen Richtungseingaben; bei einem Messenger die Chatfenster wechseln; als Enter-Eingabe, während man Texte eingibt und diesen gleich abschicken kann; Schalter zum Umschalten; Shortcut für Applikationen und bei einem Kalenderereignis die Zeit festlegen.

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Folgend wurde nach möglichen Anwendungsfällen für die „Fingerorientierung“ gefragt. Das beinhaltet den Winkel des Fingers zum Touchscreen sowie die Richtung des Fingers. Am häufigsten kam die Idee des Zoomens durch den Fingerwinkel von den vier Teilnehmern *B1*, *B4*, *B6* und *B11*. Danach wurden drei Mal Shortcuts für Applikation mittels Anlegen des Fingers (*B3*, *B6* und *B9*) genannt. Jeweils zwei Mal wurde die Navigation im dreidimensionalen Raum (*B2* und *7*) genannt und dass beim Zeichnen die Pinselstärke abhängig vom Fingerwinkel sein könnte (*B5* und *B8*). Außerdem wurden folgende Ideen jeweils einmal benannt: Scrollen bei Texten; Bestätigungsfunktion um zu überprüfen, ob sich der Benutzer sicher ist; Kritische Aktionen mit unangenehmen Positionen durchführen; Shortcutmenü als Drehmenü; Werte durch Drehen verändern; Orientierung im PDF-Reader durch das Drehen ändern; bei der Textauswahl je nach Winkel Wort für Wort oder Satz für Satz ausgewählt werden; ein Textmarker dessen Breite durch den Winkel bestimmt wird und das Drehen von Bildern.

Für die möglichen Interaktionen mit dem Fingerknöchel oder dem Fingernagel wurden sehr breit gefächerte Antworten gegeben. Bei der Aufzählung werden zuerst die Ideen bezüglich zum Knöchel und danach zum Nagel genannt. Für den Fingerknöchel wurde zwei Mal die Möglichkeit als Shortcut für bestimmte Applikationen genannt, von den Teilnehmern *B3* und *B6*. Weitere Anwendungsfälle wurden jeweils einzeln erwähnt: etwas wegzudrücken, wie Benachrichtigungen auf dem Entsperrbildschirm; E-Mails als gelesen oder als Spam markieren; etwas löschen; Texte formatieren; als Rechtsklick nutzen; häufig benutzte Nachrichten im Messenger abschicken, wie „okay“; für generell schnelle Aktionen; Screenshot erstellen; bei einer Musik-App mit dem Knöchel Töne erstellen und den Wecker auf Schlummern stellen. Für den Nagel wurden weniger Ideen vorgeschlagen. Hier wurde keine der Ideen mehrfach genannt: für kritische Funktionen; Shortcut für Applikationen mit zwei Mal Tippen und dass nur mit dem Nagel ein Element ausgewählt werden kann und der Finger hingegen normal scrollt. Eine Kombination von beiden, dass bei einem Kalender unterschiedliche Termintypen durch den Finger, Knöchel oder Nagel erstellt werden können, wurde von *B2* genannt.

Die letzte Geste sind die „verschiedenen Finger“. Auch hier gibt es relativ wenige Überschneidungen, was die ersten Ideen zu möglichen Anwendungsfällen anbelangt. Shortcuts wurden hierbei vier Mal erwähnt, allerdings mit kleineren Abweichungen. *B2*, *B3* und *B8* nannten direkte Shortcuts mit Antippen des jeweiligen Fingers, wobei *B4* angab, dass zwischen mehreren Applikationen durch das Anwenden von zwei Fingern gewechselt wird. Alternativ auch das Öffnen einer Applikation durch zwei Finger als Shortcut. Das Nutzen von verschiedenen Funktionen in einem Kalender wurde drei Mal genannt (*B2*, *B4* und *B10*). Sonst wurde auch zwei Mal die Funktion genannt, unterschiedliche Funktionen bei einem Musik-Player zu nutzen (*B4* und *B9*) oder die Tabs bei einem Browser zu wechseln (*B4* und *B8*). Weitere Ideen sind: bei einem PDF-Reader oder Browser unterschiedliche Funktionen nutzen, dass nur ein Finger scrollen kann; bei der Kontaktliste könnten bestimmte Applikationen mit den unterschiedlichen Fingern geöffnet werden; dass eine Selfie nur dem Zeigefinger ausgelöst werden kann; für Spiele; Zeichenspiele, in denen die Farben von den Fingern abhängig sind; Musik machen mit verschiedenen Fingern; die Eingeben des Homescreen Musters mit den Fingern; Mittel- oder Ringfinger öffnen ein Kontextmenü; jeweils ein Finger für Scrollen, Klicken oder Zoomen und den kleiner Finger für kritische Funktionen.

4. Auswertung der Interviews

Teilnehmer ID	Anwendungsfall MicroRolls
1	Galerie durchscrollen mittels Rollen
2	Musik-Player oder Video-Player: feineres Spulen mittels Rollen
3	Shortcuts für Nachrichten auf dem Homescreen
4	Blättern in einer PDF oder nach oben/unten scrollen
5	Bei einem Messenger zwischen den verschiedenen Chats wechseln
6	Shortcutmenü zum Formatieren von Texten oder Blättern bzw. Kommentare einfügen bei PDFs
7	In einer Bildergalerie mehrere Bilder überspringen oder Ordner wechseln. In einem Browser Tabs wechseln
8	Schnelleres Scrollen durch herausziehen aus der Scrollbar
9	In einem Browser Tabs oder bei einem eBook die Seiten wechseln mittels Shortcutmenü
10	Kleine Werte ändern, beispielsweise einen Thermostat
11	Bei markieren von Text kann durch Rollen der Text direkt kopiert werden
12	Bei einem Rennspiel wird das Lenkrad mit dem Rollen gesteuert

Tabelle 4.1.: Kurzübersicht über die Teilnehmer und deren Ideen für konkrete Anwendungsfälle.

Zwei Anwendungsfälle wurden kombiniert erwähnt. *B2* hatte die Idee, dass der Wecker nur ausgeschaltet werden kann, wenn eine Kombination mit den unterschiedlichen Fingern und dem Fingerknöchel eingegeben wird. Für den PDF-Reader wurde von *B6* angegeben, dass die Orientierung mittels Drehen des Fingers geändert werden kann und mit dem Fingerknöchel Kommentare eingefügt werden können.

4.4.2. MicroRolls

Jeder Interviewteilnehmer hat sich für die einzelnen Gesten jeweils einen Anwendungsfall herausgesucht und dann gemeinsam mit dem Interviewenden genauer untersucht. Dabei wurden je nach Anwendung von den Experten Visualisierungen angefertigt. Dabei wurden jeweils unterschiedlich viele Bilder pro Interaktion von den jeweiligen Teilnehmern erstellt. Es wurde jedoch gefordert, mindestens ein Bild pro Geste anzufertigen. Wie beschrieben, können hier bereits vorhandene Ideen oder andere, bisher unbenannte Anwendungen aufgegriffen werden. Andere Ideen, die nicht im Kontext zu den angefertigten Skizzen stehen, werden nicht behandelt. Als Nächstes wird auf die vorgestellten Anwendungsfälle der Experten eingegangen. Hierbei werden ähnliche Ideen zusammengefasst und vorgestellt. Es werden die möglichen Interaktionsabläufe beschrieben und mit den passenden Zeichnungen dargestellt. Da allerdings

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

nicht nur der Anwendungsfall relevant ist, wird auch behandelt, mit welchen Möglichkeiten dem Nutzer die Gesten beigebracht werden sollen.

In der Tabelle 4.1 sind die einzeln genannten Anwendungsfälle der Befragten aufgelistet. Einige dieser ähneln sich und werden im Folgenden in ihren Variationen zusammengefasst. Häufig wurde die Möglichkeit genannt, durch das Rollen in unterschiedlichen Applikationen zu blättern oder zu scrollen (*B1, B4, B5, B6, B7, B8 und B9*). Dabei wurde deutlich, dass vor allem das Rollen nach links oder rechts am häufigsten zum Blättern oder Scrollen assoziiert wurde. Unterschiede gab es hierbei, ob der Finger in eine Richtung gerollt wird und die Position gehalten werden soll oder ob die Rollbewegung mehrmals wiederholt werden soll. Für die Bildergalerie schlug *B1* in Abbildung 4.1a vor, in welcher der Finger in der Position gehalten werden soll. Für das Blättern wurde eine sich wiederholende Bewegung präsentiert. Das Blättern beschränkt sich hierbei nicht auf PDF oder eBook Seiten, sondern soll auch beispielsweise bei einem Browser (*B7 und B9*) möglich sein. Eine weitere Blätterfunktion soll das Wechseln von Chats innerhalb eines Messengers sein (*B5*). So kann man zwischen den Kontakten direkt wechseln. Diese Blätterfunktionen orientieren sich demnach so, dass sie als Shortcutfunktion genutzt werden können. Somit fallen mehrere Klicks weg. Das Rollen nach oben und unten, wurde in diesem Kontext auch als Scrollmöglichkeit erwähnt (*B4 und B8*), aber auch als Methode, um beispielsweise bei einer Bildergalerie die Ordner zu wechseln (*B7*). *B8* nannte im Zusammenhang des Scrollens, dass die Option, Visualisierungen aus der Scrollleiste horizontal herauszuziehen, eingebaut werden könnte. Da sich der Finger beim Scrollen allerdings immer noch an der selben Position befindet, soll eine „Geistercrollbar“ benutzt werden, welche als Orientierung für die aktuelle Scrollposition dient (Abbildung 4.1b).

„Ja, genau. Eine Geisterscrollbar.“ (*B8*)

Als nächstes wurde die Textverarbeitung genannt. Hierbei hat *B6* vorgeschlagen, dass man Formatierungsoptionen mittels eines Shortcutmenüs (Abbildung 4.1c) einstellen kann. Das ist der einzige Vorschlag, welcher bei den genannten Beispielen des Interviewers wiederaufgegriffen wurde. Das Shortcutmenü wurde ursprünglich von Roudaut et al. [RLG09] genannt. So sollen einfache Formatierungen, wie fett oder kursiv, eingestellt werden. Bei Programmen wie Word können mit dem Menü auch Bilder bei ihrer Helligkeit oder ihrem Kontrast verändert werden. Anstatt Texte nur zu formatieren können durch gedrückt halten des Fingers, Texte auch markiert werden. Normalerweise werden dann typische Optionen, die Markierung zu kopieren oder auszuschneiden, angezeigt. *B11* hat vorgeschlagen, Texte direkt am Ende des Markierens durch ein Rollen zu kopieren (Abbildung 4.1d). So werden auch hier wieder Klicks durch einen eingebauten Shortcut gespart. Ähnlich zu der Abrollgeste ist auch der Vorschlag von *B3*: Bei den typischen Benachrichtigungen auf dem Homescreen soll durch die Rollbewegung ermöglicht werden, direkt diverse Optionen auszuwählen (Abbildung 4.1e). Man legt seinen Finger auf die Benachrichtigung und dann erscheint ein Optionsmenü über der Nachricht. Die einzelnen Optionen werden durch das Rollen ausgewählt. Wählt man z.B. „E-Mail“ aus, öffnet sich das E-Mail-Programm und man kann die Benachrichtigung weiterleiten.

4. Auswertung der Interviews

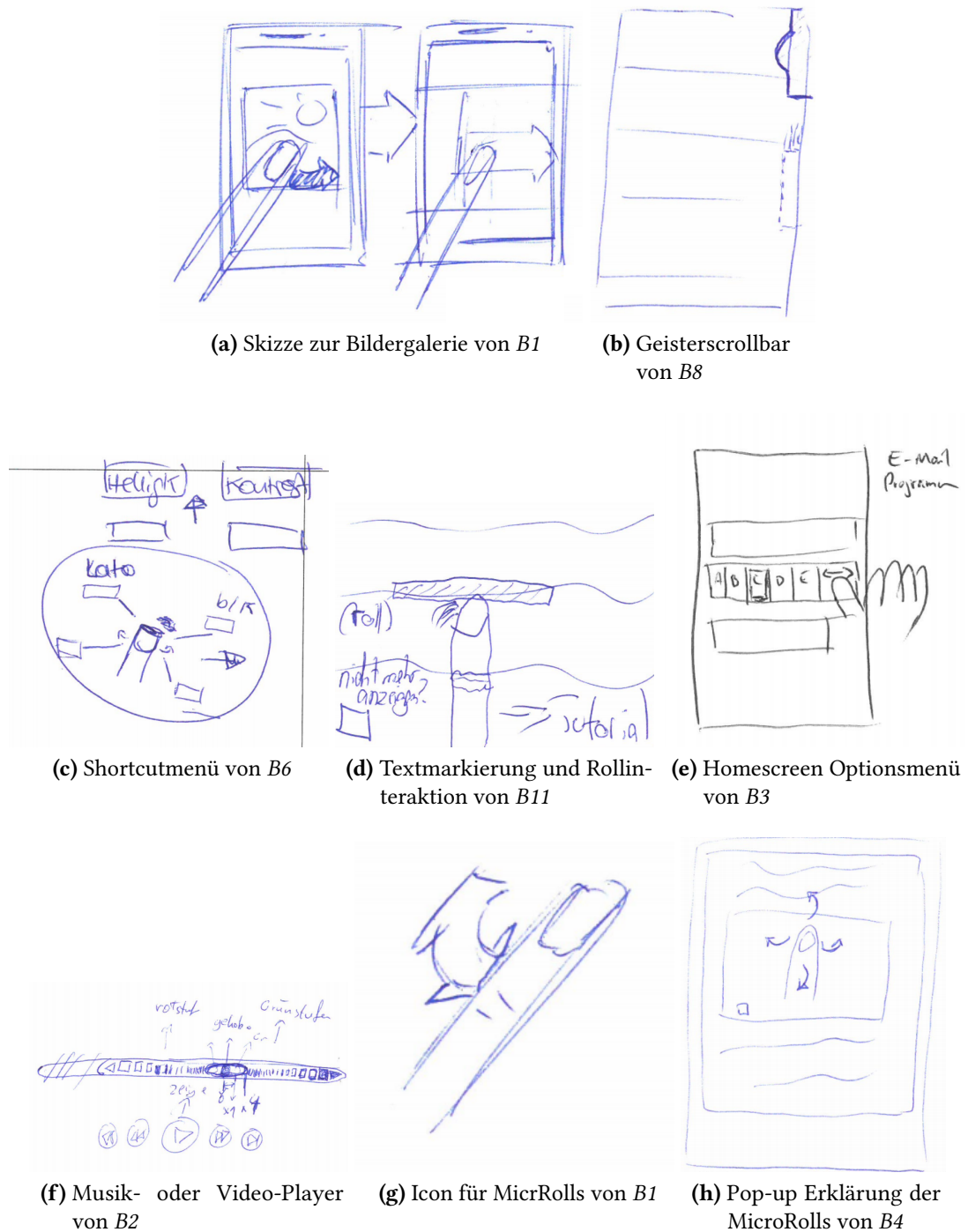


Abbildung 4.1.: Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den MicroRolls

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Es wurde zwei Mal die Möglichkeit genannt, feinere Werte mithilfe der Rollbewegung einzustellen. Als Vergleich hat *B10* ein Thermostat genannt, bei dem kleine Wertänderungen essentiell für eine korrekte Funktionsweise sind. Ähnlich zu dem, soll auch ein feineres Spulen bei Musikstücken oder Videos durch das Rollen ermöglicht werden (*B2*). Dafür wird ein Spulleiste verwendet, auf dieser man den Finger legen kann und durch Rollen nach links oder rechts die Abspielgeschwindigkeit erhöhen oder verringern kann (Abbildung 4.1e). Schließlich wurde noch von *B12* ein Rennspiel genannt, bei welchem man einen Rennwagen steuert. Am unteren Bildschirmrand in der Mitte befindet sich ein Lenkrad, auf welchem der Finger angesetzt und mittels Rollbewegungen nach links und rechts gesteuert werden soll.

Die verschiedenen möglichen Anwendungsfälle wurden vorgestellt. Als nächstes wird behandelt, wie einem potenziellen Nutzer die Rollbewegung vermittelt werden kann. Es wurden hierbei unterschiedliche Ansätze genannt wie der Nutzer in die Geste eingeführt werden könnte. Dabei stellt sich gleichermaßen die Frage, zu welchem Zeitpunkt der Nutzer die Geste lernen soll. Soll dieser mit der Geste konfrontiert werden bevor, er sie benötigt oder bei der jeweiligen Applikation sobald diese von Nutzen sein kann? Zuerst werden die möglichen Visualisierungsansätze behandelt. Ein direkter Weg ist die Anzeige eines passenden Icons. Hierbei möchte man den Benutzer möglichst passiv die Geste zeigen und beibringen. Ein Beispiel für ein solches Icon ist in Abbildung 4.1g zu sehen. Die Pfeile zeigen die mögliche Bewegung sowie die Restriktionen dieser. Das Icon wird dann je nach Applikation entsprechend auf dem Bildschirm platziert und suggeriert die mögliche Rollbewegung. Dem Nutzer die Geste intuitiv beizubringen, ist kein trivialer Prozess. Der zweite Interviewpartner arbeitet mit der Neugier des Nutzers. Auf dem „Play-Button“ wird neben dem eigentlichen Symbol ein Fingerabdruck eingeblendet. Sobald der „Play“ bzw. „Pause“ Button gedrückt wird, soll eine kurze Animation anfangen, bei welcher sich der Button zu einer Linie transformiert. Da bei einem Klick die Transformation nur kurz anfängt und wieder abbricht, muss der Nutzer für die vollständige Animation den Finger gedrückt halten. Dann entfaltet sich die Spulleiste und der Nutzer kann mittels Rollbewegungen kleine Inkrementierungsschritte durchführen. Teilnehmer *B8* zeigt die Bewegungsinteraktionen an der Scrollbar, sobald der Finger an der Scrollbar gedrückt gehalten wird. Der Indikator zum Gedrückt halten ist hierbei ein Griff an der Scrollbar. Besonders häufig wurde das Vorstellen der Geste durch ein Pop-up Menü oder durch ein Informationsfenster genannt (*B1, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B11 und B12*). Dabei wird ein Bild oder eine Animation dargestellt, welche mit einem Text darunter begleitet wird. Der Text sollte dementsprechend die Funktion kurz erklären, wie es beispielsweise in Abbildung 4.1h zu sehen ist. Als ideale Länge haben *B4 und B11* beide zwei Sätze angegeben. Das Pop-up Menü wird dabei meist beim ersten Öffnen der Applikation angezeigt werden. Es hat hierbei noch ein kleines Kästchen, bei dem die zukünftige Anzeige deaktiviert werden kann, beispielsweise bei Abbildung 4.1d zu sehen. Alternativ kann das Pop-up auch erst angezeigt werden, wenn der Benutzer eine bestimmte Aktion durchführt. Zum Beispiel bei mehrmaligem Scrollen wird das Pop-up angezeigt und präsentiert die neue Interaktion, mit welcher das Scrollen erleichtert werden soll (*B1 und B8*).

Abschließend zu den MircoRolls wurden die Experten gefragt, ob sie die Geste intuitiv finden. Sieben Teilnehmer empfanden das Rollen als intuitiv (*B1, B2, B6, B7, B9, B11 und B12*). Auf

4. Auswertung der Interviews

die Frage, für welche Bildschirmgrößen sie eine Anwendung sehen können, wurde drei Mal alle Größen als passend eingestuft (*B7, B10 und B11*). Eine Smartwatch wäre dahingehend problematischer (*B5 und B8*). Um die Geste mit dem jeweiligen Anwendungsfall zu evaluieren, ob die Leute die Geste verwenden und verstehen, wurden zwei Ansätze am häufigsten genannt. Zum einen mittels einer Umfrage oder Befragung von Nutzern (*B1, B3, B6, B9, B11 und B12*), zum anderen die Messung der Nutzerstatistik aufgrund von gesammelten Handydaten (*B5, B7, B11*).

Die Mehrheit der vorgeschlagenen Anwendungsfälle konzentrierte sich hauptsächlich auf die Bewegungen nach links und rechts. Nur sehr wenige Anwendungen machen Gebrauch von der Rollbewegung nach oben und unten. Der Experte *B10* hatte angemerkt, dass diese Bewegung mit dem Fingerwinkel zu ähnlich ist und somit nicht unterscheidbar ist:

„Ich kann vollkommen verstehen, dass die Leute die Neigung sehen und nicht in der Lage sein werden, zu differenzieren. Du kannst das eine oder das andere haben. Ich denke, es sollte die gleiche Interaktion sein. Aus dem Betrachtungswinkel des Gehirns, bewegt es sich auf derselben Ebene. Ich bezweifle sehr, dass wir es verarbeiten können.“ (*B10, übersetzt aus dem Englischen*)

Auch während des Interviews mit dem zweiten Teilnehmer, wurde die Interaktion mit dem Fingerwinkel verwechselt, wie es sich im Laufe des Gesprächs herausstellte. Aufgrund der Tatsache, dass vor allem Interaktionen mit rechts und links Bewegungen genannt wurden und die Ähnlichkeit zum Fingerwinkel für das Auf- und Abrollen, liegt es nahe, bei der späteren Untersuchung der Geste mittels Prototyp sich auf das Rollen in Links- und Rechtsrichtung zu konzentrieren.

4.4.3. Finger Orientierung

Die Anwendungsfälle hier können in zwei Bereiche unterteilt werden: einmal Anwendungen, bei denen der Fingerwinkel zum Touchscreen zum Einsatz kommt, zum anderen Anwendungen für die Richtung des Fingers, welche meist eine Form von Drehbewegungen beinhalten. Wie auch im vorigen Abschnitt, werden zunächst die Anwendungen der Interviewteilnehmer zusammengefasst vorgestellt. Danach werden die zugehörigen Bedienelemente behandelt.

Anwendungsfälle für die Winkelbewegung wurden vielfältig genannt. Zwei Mal wurde eine Zoomfunktion bei Bildern von den Teilnehmern *B1 und B11* genannt. Hierbei wurde zusätzlich erwähnt, dass beim Herauszoomen des Bildes über die Maximalstufe andere angrenzende Bilder in der Galerie sichtbar werden und man diese dann weiterhin wie gewohnt nutzen kann (*B1*) (Abbildung 4.2a). Durch das Anlegen des Fingers können auch dreidimensionale Objekte betrachtet werden (*B7 und B8*). In Abbildung 4.2b beeinflusst der Fingerwinkel die Orientierung des Objekts. Es ist zu sehen, dass die Bewegungsrichtung der Hand nicht eindeutig die Drehrichtung des 3D Objekts beeinflusst. Zu dieser Bewegung haben die Interviewpartner unterschiedliche Aussagen zu Verhaltensweise gehabt. Daher sollte davon ausgegangen werden,

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Teilnehmer ID	Anwendungsfall Fingerorientierung
1	In Bilder heran- und herauszoomen oder Wecker mittels Drehen stellen
2	Timer durch Drehen stellen
3	Wecker durch Drehen stellen, Winkel ändert Minuten und Stunden
4	Winkel ändert bei einer Kamera die Helligkeit/Kontrast oder einen Wecker mittels Drehen stellen
5	Scrollen mittels des Winkels oder bei Snapchat Sticker drehen
6	Durch Texte mittels dem Winkel Scrollen oder Applikationen durch Drehbewegung speichern & schließen
7	3D Modelle betrachten
8	3D Anwendungen mittels Winkel betrachten, wie Google Maps oder den Kompass bei Google Maps durch Drehen ändern
9	Eingefügte Pfeile in PowerPoint drehen
10	Analoge Werte durch den Winkel ändern, z.B. Massagesessel oder kritische Funktionen durch unangenehme Drehbewegung bestätigen
11	In Bilder heran- und herauszoomen
12	Applikation durch Drehbewegung speichern & schließen

Tabelle 4.2.: Kurzübersicht über die Teilnehmer und deren Ideen für konkrete Anwendungsfälle der Fingerorientierung.

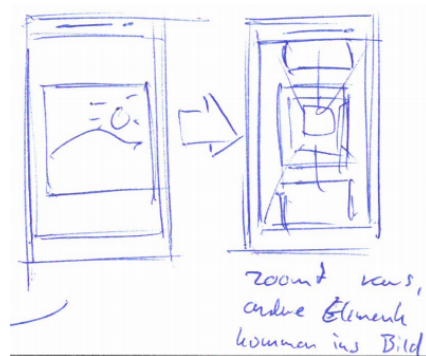
dass die Individualisierung für diese Geste einen wichtigen Faktor einnimmt. Dazu hat *B8* angegeben, dass der Betrachtungswinkel, beispielsweise bei Google Maps, gekippt wird.

Als nächstes wurde das Scrollen genannt (*B5 und B6*). Das Scrollen bezieht sich hierbei auf Texte. Beim Benutzen der Handykamera können in der Regel Filter oder Werte wie die Helligkeit oder Kontrast, bevor das Bild gemacht wird, geändert werden (*B4*). In Abbildung 4.2c ist das Kamerabeispiel zu sehen. Darüber hinaus wurde diese Idee noch mit den verschiedenen Fingern kombiniert, sodass der Nutzer in diesem Fall nur mit dem Ringfinger die Kamera auslösen kann. So sollen versehentliche Fotos vermieden werden. Ähnlich zu dem Ändern der Werte mittels dem Fingerwinkel, hatte der Teilnehmer *B10* die Idee, generell analoge Werte durch den Fingerwinkel zu manipulieren. So soll z.B. die Intensität eines Massagesessels kontinuierlich geändert werden. Dabei wird immer von der relativen Position des Fingers ausgegangen und ob dieser sich nach oben oder unten bewegt. Denn absolute Werte sind je nach Nutzer nicht einfach einzuschätzen:

„Das ist auch schwer für den Nutzer, woher weiß er, was 30° sind oder 45°?“ (*B9*)

Die nächste Interaktionsmöglichkeit ist das Drehen des angelegten Fingers auf dem Bildschirm. Das Einstellen eines Weckers oder Timers wurde vier Mal genannt (*B1, B2, B3 und B4*). Wie in

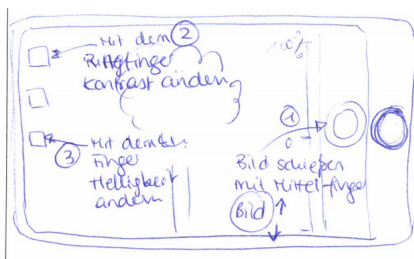
4. Auswertung der Interviews



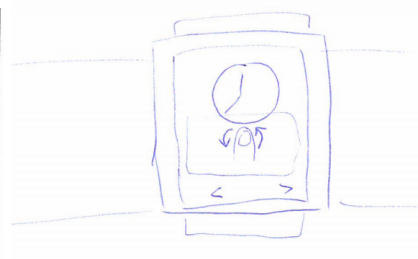
(a) Skizze zur Bildzoom von B1



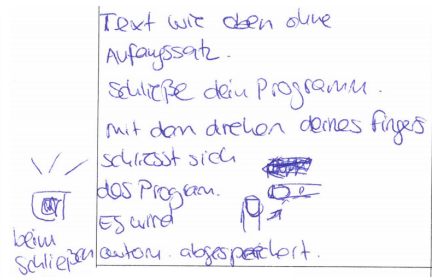
(b) Betrachten von 3D Modellen von B8



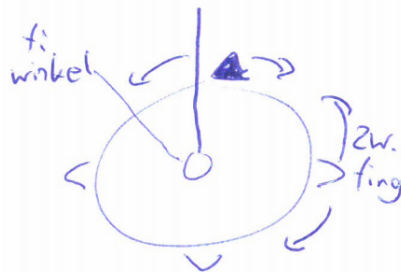
(c) Kamera-App von B4



(d) Uhr einstellen an der Smartwatch von B4



(e) Speichern und Schließen durch Drehen von B6

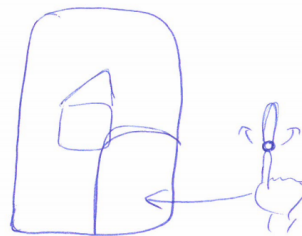


(f) Kompass auf Karten von B8

xxx hat eine neue Funktion!
 lege deinen Finger auf das
 Bildschirm und hebe es an.
 Das Bildschirm wird gescrollt.



(g) Nachricht zur Scrollfunktion von B6



(h) Icon zur Interaktion von B7



(i) Einführung zum Fingerwinkel von B10

Abbildung 4.2.: Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zum Fingerwinkel und zur Fingerrichtung

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Abbildung 4.2d zu sehen ist, legt man den Finger auf den Touchscreen und dreht diesen im oder gegen den Uhrzeigersinn. Bis auf den Teilnehmer *B2* haben alle für diesen Anwendungsfall Smartwatches skizziert. Diese Form des Drehens scheint damit passend für eine Smartwatch zu sein. Ein weiterer Anwendungsfall ist das Drehen von zweidimensionalen Objekten auf dem Touchscreen, wie eingefügte Pfeile in PowerPoint (*B9*) oder Icons in Snapchat² (*B5*). So kann der Benutzer ein Objekt in eine PowerPoint Folie oder ein Snapchat Bild einfügen und dann mittels gedrückt gehaltenem Finger das Objekt drehen. Auch zwei Mal wurde das Speichern und Schließen einer beliebigen Applikation mittels einer Drehbewegung (*B6 und B12*) behandelt. Es ist erwähnenswert, dass der Experte *B12* in der Winkelerkennung oder Richtungserkennung keinen sinnvollen Nutzen gesehen hat, da bereits viele Funktionen, wie Zoom oder Wertemanipulation, eine funktionierende Lösung besitzen. Da aber für jede Interaktion eine konkrete Idee gefordert war, wurden diverse zuvor genannte Ideen mit dem Interviewer besprochen, bis eine Funktion den Anforderungen des Experten gerecht wurde. Übergreifend soll durch das Drehen Applikationen geschlossen werden können. Vor dem Schließen wird der aktuelle Stand noch einmal abgespeichert. Als Bestätigung erhält der Benutzer eine kurze Vibration (*B12*) oder eine kurze Darstellung eines Symbols, sowie eine Nachricht, dass die Daten gesichert wurden (*B6*) (Abbildung 4.2e). Um die Perspektive bei Applikationen wie Google Maps zu ändern, ist es auch denkbar, diese durch den eingebauten Kompass mittels Drehen zu manipulieren (*B8*). Anhand der Abbildung 4.2f soll man den Finger auch auf den Kompass anlegen und dann die Orientierung durch das Drehen verändern. Die letzte Anwendung für das Drehen ist das Bestätigen von kritischen Funktionen (*B10*). Kritische Funktionen sind hierbei das Löschen von Daten oder die Wiederherstellung der Werkseinstellungen auf dem Smartphone. Der Nutzer soll hierbei seinen Finger in eine möglichst unangenehme Position auf dem Touchscreen anlegen, um die Durchführung der ausgewählten kritischen Funktion zu bestätigen. So kann versehentliches Löschen erschwert werden.

Um den Nutzer die einzelnen Interaktionen zu vermitteln, wurden auch hier wieder unterschiedliche Ansätze gewählt. Doch wie bei den zuvor behandelten MicroRolls wurden mehrmals von Pop-up Menüs (*B1, B2, B4, B5, B6, B8, B11 und B12*) gebraucht gemacht. Die Teilnehmer *B5 und B11* haben hier auch die Apple Applikation „Tipps“³ erwähnt, welche eine der vorinstallierten Applikationen bei iOS ist. In dieser werden neue Funktionen oder andere hilfreiche Tipps für die Benutzung des Smartphones durch Bilder mit zugehörigen Texten dem Nutzer erklärt. In den Pop-up Menüs sind wie vorher Bilder oder Animationen mit entsprechenden Texten enthalten, wie z.B. in Abbildung 4.2e oder 4.2g zu sehen ist. Zusätzlich zum Pop-up Menü wird in Abbildung 4.2b eine gestrichelte Linie als Visualisierung angezeigt. Diese Linie soll als digitale Weiterführung für den Finger auf dem Display dienen (*B8*). Damit soll die Interaktion mit dem Fingerwinkel erleichtert werden. Als weitere Methoden kann ein Icon an die untere rechte Ecke des Bildschirms platziert werden, welches die mögliche Interaktion durch entsprechende Pfeile darstellt (Abbildung 4.2h). Eine weitere Einführungsmöglichkeit wurde von Teilnehmer *B10* vorgeschlagen. Der Benutzer soll schrittweise die Methodik des Fingerwinkels lernen.

²<https://www.snapchat.com/l/de-de/>

³<https://www.apple.com/de/iphone-7/specs/>

4. Auswertung der Interviews

Zuerst wird auf dem Bildschirm ein gestrichelter Kreis gezeigt, auf welchem der Nutzer seinen Finger anlegen soll. Danach erscheint wie in Abbildung 4.2i eine Linie mit einer Seitenansicht auf das Smartphone und zeigt die mögliche Bewegung. So hat der Nutzer bereits seinen Finger auf dem Bildschirm und muss diesen nur noch kippen.

Die Frage, ob die Geste als intuitiv empfunden wird, bejahten sieben Teilnehmer (*B1, B2, B4, B6, B7, B9 und B12*). Für verschiedene Bildschirmgrößen wurde fünf Mal die Smartwatch als praktisch angegeben (*B1, B3, B4, B6 und B10*). Größere Bildschirme wie Tablets wurden hier drei Mal als passend angegeben (*B1, B5 und B9*). Mögliche Evaluierungsmethoden ähneln sich hierbei wie bei denen der MicroRolls. Jedoch wurde noch zusätzlich genannt, wie lange Nutzer bei einer Studie brauchen würden, die Geste zu verstehen (*B3, B4 und B10*). So soll die Zeit dafür gemessen werden.

Die Anwendungsfälle sind bei dem Fingerwinkel und der Fingerrichtung weiter gefächert als bei den MicroRolls. Der Fingerwinkel wird hier jedoch eher mit Zoomen, Scrollen oder dreidimensionalen Interaktionen in Verbindung gebracht. Während die Drehung gerne mit der Einstellung von Uhren bzw. Alarmen oder das Drehen von Objekten assoziiert wird. Es gilt zu beachten, dass bei dem Fingerwinkel eine Einschätzung des Winkels für den Nutzer schwierig sein könnte und daher eher der Fokus auf relative anstatt absolute Eingaben gesetzt werden sollte.

4.4.4. Fingerknöchel und -nagel

Durch die Hinzunahme des Fingerknöchels oder des Fingernagels hat man neben der Fingerkuppe zwei weitere alternative Eingabemöglichkeiten. Daher können die Anwendungsfälle wieder in zwei Bereiche unterteilt werden. Einmal Interaktionen für den Fingerknöchel und einmal für den Fingernagel. Ein Besonderheit für diese Interaktionen ist, dass besonders häufig übergreifende Funktionen genannt wurden, welche unabhängig von der benutzten Applikation sind. Von den Teilnehmern wurde gefordert, zu mindestens einem der beiden ihre Ideen zu konkretisieren.

Die häufigste Aktion mit dem größten unabhängigen Konsens war das Erstellen von Screenshots durch den Fingerknöchel (*B1, B4, B5, B6, B7, B8, B11 und B12*). Bis auf Teilnehmer *B5 und B8* wird bei allen Versionen der Screenshot durch zweimaliges Klopfen ausgelöst. Dabei ist es unabhängig, wo auf dem Display geklopft wird. Teilnehmer *B5* gibt an, dass der Screenshot mit einmaligen Klopfen ausgelöst wird und bei Teilnehmer *B8* ist in Abbildung 4.3b zu sehen, dass der Knöchel auf den Touchscreen angesetzt und die Diagonale eines Rahmens gezogen wird. Dessen Inhalt wird dann als Bild kopiert. Dass der Screenshot so häufig ausgesucht wurde, liegt wahrscheinlich an der Vorstellung einiger möglicher Anwendungsfälle zur Ideensammlung durch den Interviewer. Denn die Screenshotfunktion auf Smartphones ist je nach Smartphone und Betriebssystem unterschiedlich umgesetzt. Beispielsweise bei iOS Geräten wird der Screenshot durch das gleichzeitige halten der Standby-Taste und der Home-Taste

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Teilnehmer ID	Anwendungsfall Fingerknöchel und Fingernagel
1	Screenshots mit dem Knöchel durch zwei Mal klopfen erstellen oder Kontextmenüs mit dem Nagel öffnen
2	Mit dem Knöchel bei Kontakten anklopfen oder mit dem Nagel Aktionen rückgängig machen
3	Mit dem Knöchel bei Kontakten anklopfen oder mit dem Nagel Aktionen rückgängig machen
4	Mit dem Knöchel einmal klopfen öffnet Kontextmenüs, zwei Mal klopfen erstellt Screenshot oder mit dem Nagel neue Chats/E-Mails öffnen
5	Screenshot mit dem Knöchel durch einmaliges Klopfen, vordefinierte Antworten bei Messenger versenden oder Benachrichtigungen mit dem Nagel ausblenden
6	Bestimmtes oder letztes Programm durch den Knöchel aufrufen oder mit dem Nagel das Tastaturlayout für Sprachen ändern.
7	Mit dem Knöchel einmal Klopfen, um den Wecker auf Snooze zu stellen, zwei Mal Klopfen für Screenshots und mit dem Nagel einen neuen Chat/E-Mail öffnen
8	Mit dem Knöchel einen Rahmen für Screenshots ziehen, Handy durch den Knöchel entsperren oder mit dem Nagel Aktionen Rückgängig machen
9	Mit dem Knöchel das Display einschalten, entsperren oder das Handy ausschalten, oder mit dem Nagel Termine aus dem Kalender löschen
10	Als Shortcuts z.B. in Photoshop mit dem Knöchel die Zeichenebene bewegen und mit dem Nagel Elemente ausschneiden
11	Mit dem Knöchel Screenshots erstellen
12	Mit dem Knöchel Screenshots erstellen

Tabelle 4.3.: Kurzübersicht über die Teilnehmer und deren Ideen für konkrete Anwendungsfälle für den Fingerknöchel und Fingernagel.

ausgelöst⁴. Unter Android wird der Screenshot je nach Gerät auch mit der Kombination der Ein-/Aus-Taste und der Lautstärke verringern-Taste oder mit der Home-Taste ausgelöst⁵. Diese Tastenkombinationen kann leicht zu einem unerwünschten Verhalten führen, da vor allem die Home-Taste den Benutzer zurück zum Home-Bildschirm führt:

⁴<https://support.apple.com/de-de/HT200289>

⁵<http://www.samsung.com/de/support/skp/faq/1017321>

4. Auswertung der Interviews

„Ja, das finde ich gar nicht mal so schlecht mit dem Screenshot. Weil das finde ich umständlich, man muss irgendwie rausgehen und zwei Knöpfe drücken und dann passiert es, dass ich ausversehen den Homebutton drücke und dann bin ich ganz raus.“ (B4)

Diese Tatsache hat womöglich dazu geführt, dass der Screenshot so häufig genannt wurde. Weitere Anwendungsfälle mit dem Fingerknöchel wurden entweder doppelt oder einzeln genannt. Das Klopfen mit dem Fingerknöchel wurde von Teilnehmer *B2 und B3* mit der Anklopf Funktion älterer Textmessengern wie MSN Messenger verglichen. So konnte man bei dem Chatpartner das Chatfenster anklingeln oder vibrieren lassen, damit dieser auf die gesendeten Nachrichten reagiert. So kann auch der Nutzer auf die Kontakte in seiner Kontaktliste klopfen, um bei dem Kontakt kurz anklingeln zu können. Kontakte können mit ihrem Portrait auf einer Tür inklusive Türklopfer wie in Abbildung 4.3a dargestellt werden, welcher implizit auf die Klopf gestig hinweist (B3). Das Klopfen kann auch als Entsperrung des Handys verwendet werden (B8 und B9) oder um das Display generell einzuschalten (B9). Durch fünfmaliges Klopfen soll das Gerät komplett ausgeschaltet werden (B9). Generell wurden viele Shortcutfunktionen für die Klopf gestik genannt, wie das Verschicken vordefinierten Antworten in Messengern (B5). Ähnlich dazu, dass das letzte oder ein vorher definiertes Programm damit aufgerufen wird. Auch, dass auf bereits markierte Textstellen einmal geklopft wird, um die Markierung direkt zu kopieren (B4). Denn normalerweise wird ein Long-Press benötigt, um diese Optionen anzuzeigen.

„[...] dann klicke ich mit dem Knöchel und sage, kopiere mir das bitte. Oft passiert es mir, dass ich etwas markiere und dann draufklicke, aber dann verliere ich die Markierung und muss es gefühlt fünf Mal versuchen, bevor es klappt.“ (B4)

Eine weiterer Shortcut ist die Schlummerfunktion des Weckers zu aktivieren. So soll dieser durch ein einmaliges Klopfen wieder Schlummern (B7). Der Knöchel kann auch auf dem Bildschirm aufgelegt werden, um beispielsweise die Zeichenfläche in Photoshop zu bewegen (B10).

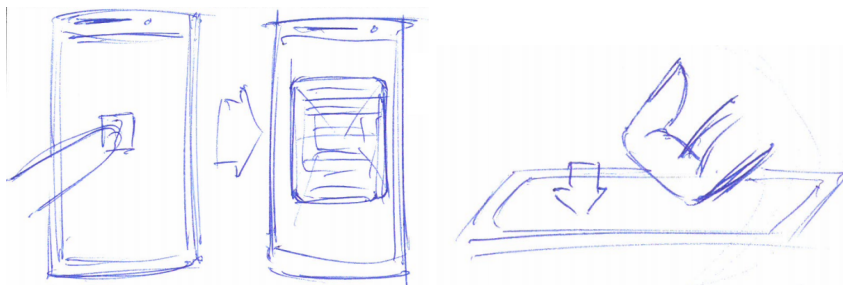
Die zweite Interaktion mit dem Fingernagel brachte auch diverse Anwendungsmöglichkeiten hervor. Doch wie auch bei der Screenshotfunktion, wurde eine der vorgeschlagenen Beispiele des Interviewers genannt. Es wurde von drei Teilnehmern (*B2, B3 und B8*) die Rückgängig-Funktion bzw. das Undo mit dem Nagel ausgesucht. So können Eingaben wieder rückgängig gemacht werden, beispielsweise die Eingabe von einem Wort beim Schreiben einer Kurznachricht. Durch das Tippen mit dem Nagel irgendwo auf den Bildschirm wird die Aktion wieder rückgängig gemacht. Andere Anwendungsfälle sind auch hier wieder Shortcutfunktionen. Mit dem Fingernagel sollen neue E-Mails oder Chats von Kontakten durch ein einfaches Tippen geöffnet werden (B4 und B7). Auf dem Homescreen können Benachrichtigungen durch ein Tippen ausgeblendet werden (B5). Ähnlich dazu können Termine aus dem Terminkalender durch ein Tippen mit dem Fingernagel direkt gelöscht werden (B9). Ein anderer Shortcut wäre das Verändern des Tastaturlayouts für verschiedene Sprachen, also von Deutsch auf Englisch, dann beispielsweise auf Spanisch und dann wieder auf Deutsch. So können die Layouts nach

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen



(a) Kontaktfenster von B2

(b) Rahmen für einen Screenshot ziehen von B8



(c) Öffnen eines Kontextmenüs von B1

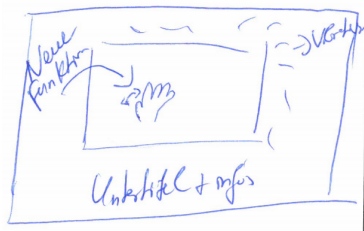
(d) Fingerknöchel-Icon B1



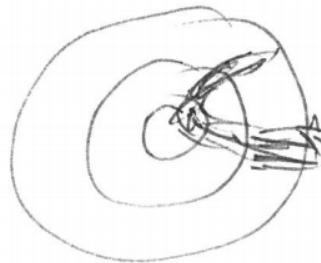
(e) Fingernagel-Icon von B1

(f) Pop-up zum Fingernagel von B5

(g) Nachricht zur Knöchelgeste von B6



(h) Nachricht zur Knöchelgeste von B12



(i) Welle beim Klopfen von B3

Abbildung 4.3.: Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den Fingerknöchel und Fingernagel Interaktionen.

4. Auswertung der Interviews

dem Rotationsprinzip durchgewechselt werden (B6). Weiterhin ist auch die Funktion denkbar, mit dem Nagel Elemente in Photoshop auszuschneiden (B10).

Der Rechtsklick bzw. das Öffnen von Kontextmenüs von Applikationen wurde ebenfalls genannt. Jedoch wurde die Funktion einmal den Fingerknöchel (B4) und einmal dem Fingernagel (Abbildung 4.3c) zugewiesen (B1). So sollen in den Kontextmenüs sich weitere Optionen, ähnlich wie bei dem 3D Touch auf iOS Geräten, befinden. Beispielsweise, dass direkt bestimmte Kontakte geöffnet oder Inhalte geteilt werden können.

Für die Interaktionen mit dem Fingerknöchel und dem Fingernagel wurden meist übergreifende Funktionen von den Experten genannt, welche unabhängig der Anwendung verwendet werden können. Um den Nutzer diese Interaktionen beizubringen, wurden erneut Pop-up Menüs mit entsprechenden Icons (Abb. 4.3d und 4.3e) vorgeschlagen (B1, B3, B4, B5, B6, B7, B9, B10 B11 und B12). Dabei kann die Nachricht zu unterschiedlichen Zeitpunkten dargestellt. Zum einen kann die Gestik beim erstmaligen Einschalten des Smartphones (B9), beim Starten der Applikation oder, wenn die Funktion mehrmals durch die bereits bekannte Methode benutzt wurde, vorgestellt werden. Der Nutzer kann somit auch in Form eines Tutorials während des Einrichtens des Smartphone konfrontiert werden. In den Abbildungen 4.3f, 4.3g und 4.3h sind einige Beispiele zu sehen. Für das Anklopfen wurde auch ein besonderes Feedback genannt, dass nämlich an der angeklopften Stelle eine Welle wie in Abbildung 4.3i erscheint (B2, B3, B7) erscheint oder dass die Welle ein Indikator für das Klopfen ist (B6).

Bei der Frage der Intuition fanden nur drei der Teilnehmer das Nutzen des Fingerknöchels und -nagels intuitiv (B7, B11, 12). Die übrigen Experten waren eher der Meinung, dass die Finger Orientierung nicht intuitiv sei. Für diverse Bildschirmgrößen wurde die Smartwatch zwei Mal als sinnvolle Option genannt (B4 und B9). Sonst konnten sich Teilnehmer alle Größen (B2, B7, B11 und B12), auch zum Tablet (B7), vorstellen. Um zu evaluieren, ob Nutzer diese Gesten verstehen und anwenden, wurde sechs Mal eine Umfrage (B4, B6, B7, B9, B11 und B12) und drei Mal die Auswertung von Nutzerstatistiken (B5, B8 und B12) vorgeschlagen.

Durch die Beispiele der Experten ist zu erkennen, dass die Interaktionsmöglichkeit mit dem Fingerknöchel oder Fingernagel zumeist mit Shortcuts in Verbindung gebracht wird. Denn die Klopfgeste oder der Nagel sind relativ abstrakt und unterscheiden sich im Vergleich stark zur gewohnten Bedienung von Touchscreens. So ist es denkbar, dass vor allem fortgeschrittene Benutzer von möglichen Shortcuts profitieren können. Jedoch gilt es bei den Gesten mit dem Nagel zu beachten, dass längere Fingernägel hinderlich sein können (B2 und B9) und daher geplante Funktionen nur schwer oder nicht durchführbar sind.

4.4.5. Verschiedene Finger

Die Möglichkeit, alle Finger einer Hand zu benutzen, ermöglicht theoretisch fünf alternative Eingabemethoden. Allerdings werden die Anwendungen hier nicht für jeden einzelnen Finger unterteilt.

4.4. Genannte und ausgewählte Anwendungsfälle mit zugehörigen Visualisierungen

Teilnehmer ID	Anwendungsfall für verschiedene Finger
1	Mit den Fingern Texte kopieren und einfügen
2	Diverse Funktionen für eine Dating-Applikation
3	Finger mit diversen Werkzeugen für Zeichenanwendung belegen
4	Finger ändern Formatierung beim Schreiben (Fett/Kursiv) und mit mehreren Fingern gleichzeitig Applikationen wechseln
5	Sonderzeichen auf der Tastatur werden mit anderen Fingern eingegeben
6	Mit den Fingern Texte kopieren und einfügen
7	Texte mit den Fingern in verschiedenen Farben markieren
8	Kontextmenüs öffnen oder als Shortcut innerhalb einer Applikation
9	Kontextmenüs öffnen oder im Browser Tabs wechseln
10	Zeichnen mit diversen Farben oder Musik mit diversen Tonhöhen erstellen
11	Jeder Finger hat eine eigene Funktion im Kalender
12	Finger mit diversen Werkzeugen in Photoshop belegen

Tabelle 4.4.: Kurzübersicht über die Teilnehmer und deren Ideen für konkrete Anwendungsfälle für die verschiedenen Finger.

Für die verschiedenen Finger wurden diverse Anwendungsmöglichkeiten von den Experten genannt. Drei Mal wurde die Möglichkeit genannt, mit den Fingern in Zeichenapplikationen zu hantieren (*B3, B10 und B12*). Dabei können den einzelnen Fingern entweder Farben oder Werkzeuge zugewiesen werden. Je nach Finger kann der Nutzer seine Werkzeuge beliebig auswählen (Abbildung 4.4a). Der Teilnehmer *B10* hat im gleichen Zusammenhang noch eine Musik-Applikation genannt, in welcher man die verschiedenen Tonhöhen mit den Fingern spielen kann. Dieser Anwendungsfall ist einen kreativen Bereich einzuordnen. Bei Texten wurde von Teilnehmer *B7* der Anwendungsfall beschrieben, dass man je nach Finger Textstellen markieren kann, um wichtige Bereiche hervorzuheben. Mit einem Finger Texte zu kopieren und mit einem anderen Finger diese wieder einzufügen, wurde zwei Mal genannt (*B1 und B6*) (siehe Abbildung 4.4b). Dies ist wieder eine übergreifende Shortcut Funktion auf dem Smartphone. Passend dazu wurde auch das Öffnen von Kontextmenüs mit einem bestimmten Finger, wie der kleine Finger, zwei Mal genannt (*B8 und B9*). Ähnlich wie den bereits genannten Kontextmenüs für den Fingerknöchel oder -nagel. Eine weitere Shortcutfunktion wäre zum Beispiel in Google Maps denkbar, dass durch einen Klick mit dem Finger der Nutzer direkt an einen vorher gespeicherten Ort gebracht wird (*B8*). Im Bereich der Texteingabe wurde auch genannt, dass Formatierungen mit den Fingern ausgewählt werden können, beispielsweise wird der Daumen für normale Buchstaben benutzt und der Ringfinger schreibt Buchstaben kursiv (*B4*). Dementsprechend ist es auch denkbar, Großbuchstaben mit dem Mittelfinger, Sonderzeichen mit dem Ringfinger und normale Buchstaben mit dem Zeigefinger zu schreiben

4. Auswertung der Interviews

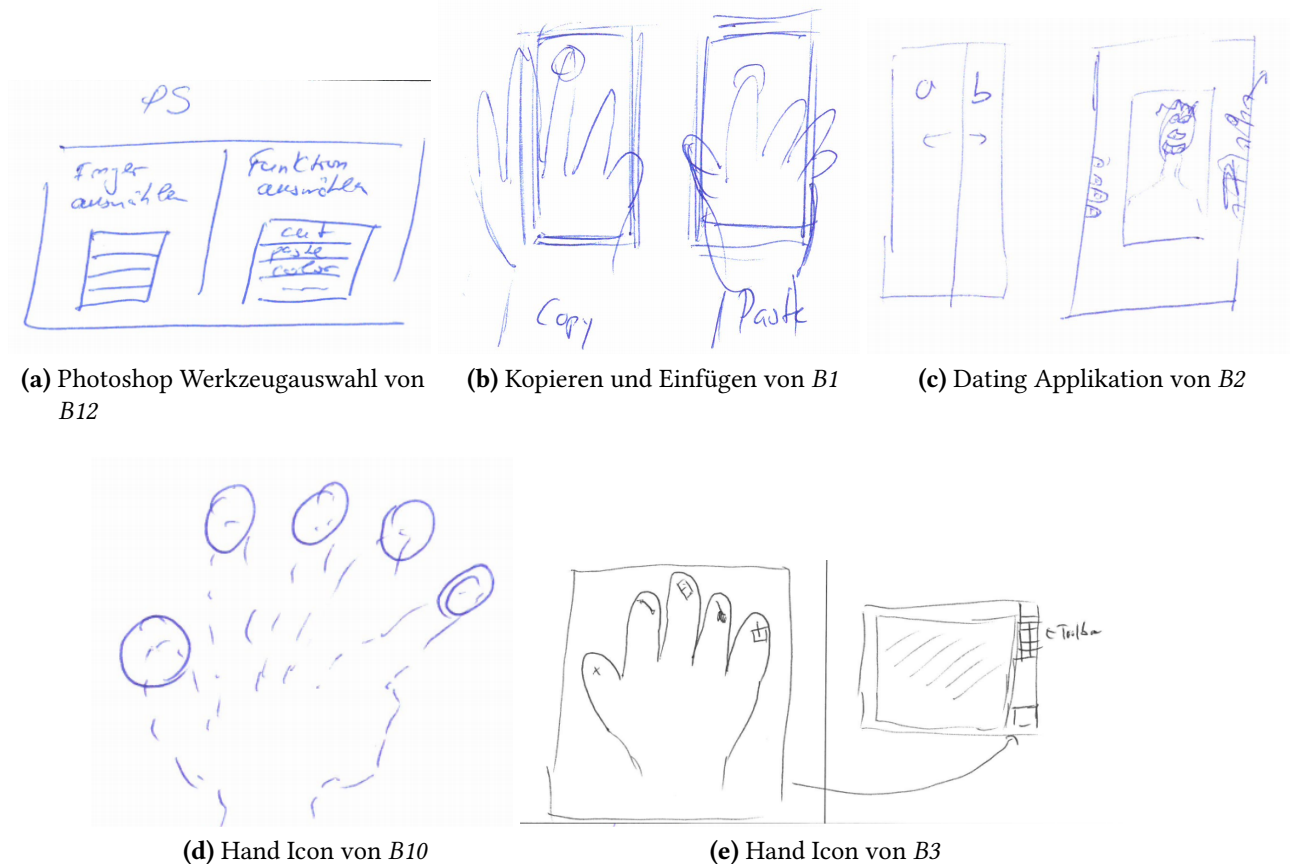


Abbildung 4.4.: Beispielskizzen zu den Anwendungen der Experten zu den Fingerknöchel und Fingernagel Interaktionen.

(B5). Eine weitere übergreifende Funktion ist das Wechseln von Applikationen durch das gleichzeitige Drücken von vier Fingern auf dem Bildschirm und dann Wischen (B4). Allerdings ist diese Geste eher in den Multitouch-Bereich zuzuordnen. Für direkte Applikationen hat Teilnehmer B2 die Idee gehabt, in einer Dating Applikation das Wischen nach links und rechts mit weiteren Optionen zu versehen (Abbildung 4.4c). So wird zusätzlich zum einfachen "Ja" oder "Nein" noch ein "Vielleicht Ja", "Vielleicht Nein" oder "Vielleicht" hinzugefügt, je nachdem (zusammen), welcher Finger benutzt wird. Im Browser können auch mit zwei anderen Fingern die Tabs gewechselt werden (B9). Als letztes können im Kalender Termentypen je nach Finger gesetzt werden. Alternativ, dass je nachdem, welcher Finger benutzt wurde, der Termin in einen anderen Kalendertyp wie „privat“ oder „geschäftlich“ gesetzt wird (B11).

Ein großer Teil der Visualisierungen stellte Hände dar, bei denen die unterschiedlichen Werkzeuge oder Funktionen auf wie in Abbildung 4.4d oder 4.4e den Fingernägeln dargestellt sind. So kann sich dieses Icon beispielsweise im Optionsmenü befinden (B12), damit der Benutzer die Funktionen zuweisen kann. Um den Nutzer die Funktionen näher zu bringen, wurden wieder Pop-up Menüs als Einleitungsmöglichkeit sechs Mal genannt (B1, B4, B6, B9, B11, B12).

Diese können dann wieder beim Starten der Applikation angezeigt werden oder sobald der Benutzer eine Aktion, wie einen Long-Press durchführt (B1). Der Teilnehmer B8 gab an, dass er den Nutzer bei der Einrichtung zwingen würde, die Interaktion zu lernen:

„Ich würde ihn dazu zwingen, das zu machen. Ich würde direkt bei der Einrichtung des Gerätes, ihn an irgendeiner Stelle ihn zu zwingen, das zu machen. (...) Das einfachste wäre es mit einem Tutorial zu machen.“ (B8)

Dadurch würde man sicherstellen, dass der Benutzer die Geste bereits kennengelernt hat.

Es fanden sieben Teilnehmer die verschiedenen Finger intuitiv (B3, B4, B5, B6, B7, B8 und B12). Für diverse Bildschirme sprachen sich mehr für größere Bildschirme aus (B5, B7 und B9). Bei einer möglichen Evaluierung liegt auch hier der Fokus wieder auf den Umfragen (B3, B4, B6, B9 und B12). Das Ausführen einer Studie bei der Studienteilnehmer die Interaktion testen sollen (B3, B8 und B12), wurde auch genannt. Es wurde auch die Auswertung von Benutzerdaten genannt (B5, B11 und B12).

Für die verschiedenen Finger wurden wieder viele anwendungsspezifische Interaktionen genannt. Aber auch einfache Shortcuts wie das Kopieren oder Einfügen werden damit in Verbindung gebracht. Für die Visualisierung wurde mehrmals eine Hand mit den Elementen in den Fingernägeln dargestellt. Dies scheint ein bisher intuitiver Ansatz zu sein, dem Nutzer auch ohne Pop-up Menü die Funktionen zu vermitteln. Teilnehmer B10 meint dazu, dass sich diese Geste gut für kreative Aufgaben eignet:

„Ich denke, genau deswegen habe ich diese kreativen Dinge vorgeschlagen, weil man hat dort viel ausprobieren kann und es viel Spielraum beinhaltet. Was bedeutet, dass man sich nicht um Genauigkeit kümmert und wenn man natürlich eine Aufgabe hat, bei der Genauigkeit wichtig ist, dann würde man es nicht benutzen.“ (B10, übersetzt aus dem Englischen)

Die unterschiedlichen Finger für kreativere Anwendungen zu nutzen, ist in sofern sinnvoll, dass sich für bestimmte Finger wie der Ringfinger oder kleiner Finger die Genauigkeit geringer als für den Zeigefinger ist [CH14]. So können frustrierende Fehler, wie z.B. bei kritischen Funktionen wie das Löschen mit einem bestimmten Finger, vermieden werden.

4.5. Diskussion

Für jede Geste wurden die behandelten Anwendungsfälle der Experten beschrieben. Dabei gibt es einige Besonderheiten, welche bei der Analyse aufgefallen sind. So sind bei den MicroRolls vor allem Interaktionen genannt worden, welche das nach links oder rechts Rollen beinhalten. Häufige genannte Anwendungen dafür waren das Blättern von Seiten oder kleinere Shortcut-funktionen. Für das Rollen nach oben und unten dahingegen deutlich weniger. Für die spätere Studie sollte daher eine Interaktion gewählt werden, welche das Rollen nach links und rechts

4. Auswertung der Interviews

beinhaltet. Denn wie bereits erwähnt, kann das Rollen mit der Fingerwinkel-Interaktion verwechselt werden. So sollen die beide Gesten besser differenziert werden. Die Fingerorientierung ergab zwei Unterteilungen: der Fingerwinkel und die Fingerrichtung. Der Fingerwinkel wurde häufiger mit einer dreidimensionalen Interaktion in Bezug gesetzt. Entweder das betrachten von 3D Objekten oder das Zoomen in und aus Elementen. Uneinigkeit herrschte allerdings bei der Interpretierung der Bewegung, welche Richtung welchen Effekt hat, wie in Abbildung 4.2b zu sehen ist. Daher ist keine Aussage darüber möglich, welche Richtung intuitiv für den Benutzer sein wird. Für das Drehen wurden öfter das Einstellen eines Weckers genannt, sowie das Drehen von Objekten. Die Assoziation eines Drehreglers für diese Bewegung liegt hierbei nahe. Der Screenshot mit dem Fingerknöchel war die insgesamt häufigste genannte Funktion der Experten. Das Benutzen des Fingerknöchel ist abstrakt genug, dass diese Geste für sich wahrgenommen wird. Die weiteren Anwendungsfälle sind auch hauptsächlich systemübergreifende Shortcutfunktionen. Ähnliches gilt auch für den Fingernagel. Allerdings wurden insgesamt weniger mögliche Ideen genannt. Der Fingernagel bringt auch das Problem mit sich, dass bei einer zu großen Länge die beabsichtigte Funktionalität nicht gewährleistet ist. Vielseitige Möglichkeiten bietet das Einbeziehen der unterschiedlichen Finger. Zwar können auch hier Shortcutfunktionen wie Kopieren, Einfügen oder öffnen von Kontextmenüs genutzt werden, aber auch kreative Anwendungen, wie das Zeichnen mit verschiedenen Werkzeugen.

Um den Benutzer die neuen Gesten einzuführen, wurde sehr oft das Aufzeigen eines Pop-up Menüs angesprochen. Dieses soll dann je nach Anwendung oder Funktion direkt beim Start der Applikation dargestellt werden oder wenn der Nutzer eine bestimmte Funktion durchfährt und ihm dann die Alternative dazu präsentiert wird. Ähnlich dazu ist, dass die Einführung beim Einrichten des Smartphones stattfindet oder alle neuen Interaktionen gesammelt in einer extra Applikation vorgestellt werden. Dazu immer ein kurzer Text, der neben dem Bild oder Animation die Interaktion mit ihrer Funktion beschreibt. Im Gegensatz dazu steht das Icon, welches die Geste nur passiv darstellt oder ein Bedienelement, das den Nutzer durch seine Interaktion in die Geste einführt.

Daher stellt sich nun die Frage, welche Art der Präsentation für die Benutzererfahrung besser ist? Um diese drei Vorgehensweisen zur Nutzereinführung zu vergleichen, werden diese direkt in einer Studie verglichen. Es soll daher untersucht werden, ob die Nutzereinführung einen Effekt auf die Wahrnehmung des Benutzers hat.

4.6. Zusammenfassung

Der Evaluierungsvorgang wurde beschrieben und durchgeführt. Die durchgeführten Interviews wurden nach ihrer Aufzeichnung nach den vorgestellten Regeln transkribiert und für die Auswertung codiert. Für die vier unterschiedlichen Gesten wurden die genannten Anwendungsmöglichkeiten der Experten behandelt. Außerdem wurden die möglichen Visualisierung und Darstellungsansätze behandelt, mit welchem man einem Nutzer die neue Interaktionsmöglichkeit beibringen könnte. Auffallend oft wurde das Pop-up Menü genannt, um einen

Nutzer Inhalte zu zeigen. Alternativ dazu sind Icons oder Bedienelemente. Damit der Nutzer mit den Gesten vertraut gemacht werden kann, können jene zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingeführt werden. Wenn das Gerät zum ersten Mal in Betrieb genommen wird, beim Öffnen der entsprechenden Applikation oder beim Benutzen von Funktionen, welche mit einer neuen Geste erleichtert werden können. Um die verschiedenen Möglichkeiten zu testen, mit welchen man den Nutzer in die Geste einführen kann, wird als nächstes eine Studie durchgeführt. In dieser werden die Ansätze miteinander verglichen und gegenübergestellt.

5. Evaluierungsstudie

Basierend auf den Erkenntnissen mit den Interviews der Design-Experten wird als nächstes das Studiendesign für drei Visualisierungsansätze vorgestellt. Das übergreifende Ziel dieser Studie wird es sein, herauszufinden, welche Vor- und Nachteile unterschiedliche Visualisierungsmethoden besitzen und wie Nutzer mit den vier vorgestellten Gesten umgehen können.

5.1. Erhebungsmethode

Um die verschiedenen Gesten testen zu können, wird ein Touchscreengerät benötigt. Für einen Prototypen ist eine funktionierende Implementierung nötig. Da eine solche Implementierung den Umfang dieser Arbeit übersteigen würde, wurde eine Wizard-of-Oz Studie durchgeführt. Somit können die Gesten mit den zugehörigen Visualisierungen getestet werden. Dabei steuert der Wizard die eigentliche Funktion der Geste mit seinem eigenen Gerät fern. Für die Studie wurde ein Nexus 5x Smartphone für die Studienteilnehmer und ein Nexus 7 Tablet für den Wizard verwendet. Der Wizard sitzt dabei gegenüber des Teilnehmers und betrachtet dessen Aktionen. Dementsprechend muss der Wizard reagieren und die eigentliche Reaktionen für die einzelnen Gesten durch sein Gerät fernsteuern. Beide Geräte werden auf den Tisch gelegt, allerdings bleibt es dem Teilnehmer offen, das Gerät in die Hand zu nehmen. Der Wizard muss in diesem Fall darauf achten, die Bewegungen weiterhin zu erkennen. Dazu wurden die einzelnen Aufgaben mit einer GoPro Hero3+ aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen wurden vorsorglich durchgeführt, um möglicher Ungereimtheiten aufzuklären.

Bei der Wizard-of-Oz Studie handelt es sich hierbei um ein experimentelles Labordesign. Das bedeutet, dass bei dem Laborexperiment möglichst viele abhängige Variablen kontrolliert werden. Es wurde ein „between-subjects“-Design verwendet, bei welchem jeder Teilnehmer alle Aufgaben unter jeweils einer anderen Bedingung bzw. Visualisierung absolvieren muss. Die Studienteilnehmer absolvieren für diese Studie fünf Aufgaben nacheinander. Um die neuen Gesten zu lernen, gibt es drei unterschiedliche Bedingungen. Zu einem einen intuitiven Ansatz, bei denen die Geste durch ein Icon dargestellt wird. Die zweite Visualisierung ist ein Pop-up Menü mit englischer Beschreibung. Die Beschreibung wurde auf englisch verfasst, damit auch nicht-deutschsprechende Probanden an der Studie teilnehmen können. Das Pop-up Menü war eine häufig gewählte Methode der Interviewexperten. Als dritte Möglichkeit wird ein Tutorial gewählt, bei welchem die Gesten vor den jeweiligen Aufgaben den Nutzern via mehreren Folien präsentiert werden. Durch das Tutorial soll der Nutzer die neuen Funktionen auf einmal

lernen, wie bei der im Kapitel 4 erwähnten „Tipps“-Applikation oder bei der Einrichtung des Geräts. Durch die vorgestellte Vorgehensweise ergibt sich ein 5 x 3 Design. Die unabhängigen Variablen sind damit die verschiedenen Einführungsmethoden und die Aufgaben. Als abhängige Variablen wurden die „System Usability Scale“ [Bro+96] (kurz: SUS) und „AttrakDiff“ [HBK03] (kurz: AD) ausgewählt. Dies sind jeweils Fragebögen zur Bewertung der Nutzererfahrung von Systemen. Genauer gesagt wird hierbei AttrakDiff2 benutzt, welche die Nutzererfahrung anhand verschiedener Qualitätsaspekten misst. Den Studienteilnehmern wird nach jeder Aufgabe der Fragebogen, einmal SUS und einmal AttrakDiff in einem digitalen Formular als „Google Forms“¹ vorgelegt. Zum Ausfüllen wurde ein Laptop zur Verfügung gestellt. Weiterhin wurden den Teilnehmer vier kurze Fragen zu jeder Geste gestellt: (1) Empfundest du die Geste als angenehm? (2) Wie hat dir die Einführung in die Geste gefallen? (3) Hast du Verbesserungsvorschläge für die eigentliche Geste? (4) Hättest du eine andere Form der Einführung bevorzugt? Die Gespräche kurzen Fragen wurden mit einem Galaxy S3 Mini Smartphone aufgenommen. Als Störfaktor ist der Wizard anzusehen. Seine Leistungen können die Ergebnisse beeinflussen, da Fehler seinerseits für schlechte Erfahrungen bei den Nutzern führen können.

Pro Teilnehmer dauerte die Studie 30 bis 40 Minuten und hatte den folgenden Ablauf: Jeder Teilnehmer unterzeichnete eine Einverständniserklärung und wurde kurz unterwiesen. Beide Geräte wurden gegenüber auf einem Tisch platziert. Der Teilnehmer erhielt das Nexus 5x Smartphone und der Wizard arbeitete mit dem Nexus 7 Tablet. So saßen sich der Wizard und der Teilnehmer auch gegenüber. Der Wizard hatte dadurch die Möglichkeit, die Hände des Gegenübers zu beobachten und entsprechend zu reagieren. Die Teilnehmer wurden darüber informiert, dass es sich hierbei um einen Prototypen handelt und dieser ferngesteuert wird. Jeder Teilnehmer erhielt eine numerisch ID, damit später die ausgefüllten Fragebögen zugeordnet werden konnten. Da für jede Geste eine Aufgabe existiert, wurden die Aufgabenbeschreibungen in schriftlicher Form den Teilnehmern vorgelegt. Das bedeutet, dass sie bei jeder Aufgabe zuerst in die Geste mittels Icon oder Pop-up eingeführt wurden und dann die Aufgabenbeschreibung gelesen haben. So war es dem Wizard besser möglich, sich auf seine Aufgaben zu konzentrieren. Das Tablet und das Smartphone waren durch eine Bluetooth Verbindung miteinander verbunden. Im Falle eines Verbindungsabbruchs wurden die Prototyp-Applikation neu gestartet und die Studie konnte fortgeführt werden. In Abbildung 5.1 ist ein Bild zu einer laufenden Studie zu sehen.

5.1.1. Prototyp

Mit dieser Studie soll ermittelt werden, in wie weit sich diverse Visualisierungsmethoden unterscheiden. Um einem Nutzer neue Funktionen oder Gesten beizubringen, können Icons, Bilder, Animationen oder Texte verwendet werden. Der Prototyp wurde für Android entwickelt.

¹<https://www.google.de/intl/de/forms/about/>



Abbildung 5.1.: Teilnehmer und Wizard führen die Studie mit dem Prototypen durch. In diesem Bild wird gerade die Chat-Aufgabe bearbeitet. Vor dem Teilnehmer liegt die Aufgabenbeschreibung. Nach jeder Aufgabe kann der Teilnehmer die zugehörigen Fragebögen am Laptop ausfüllen.

Damit der Wizard das andere Gerät fernsteuern kann, wird eine Bluetooth Verbindung zwischen beiden Geräten aufgebaut. Um die Komplexität zu minimieren, wurde eine Applikation implementiert, welche sowohl selbst fernsteuern, als auch ferngesteuert werden kann.. So kann kurz vor der Studie die Funktion und die Bedingung vom Wizard ausgewählt werden. Die Bluetooth Verbindung wird aufgebaut und mit einem kurzen Test überprüft. Die Geräte kommunizieren dabei in beide Richtungen. Auf den Geräten selbst wurden keine Daten aufgezeichnet.

5.1.2. Aufgaben und Visualisierungen

Für die zukünftige Einteilung wird die Bedingung mit Icons als intuitiver Ansatz bzw. Inuitiv beschrieben, Pop-up Menü als Pop-up und die Erklärung der Gesten zu Beginn als Tutorial. Da für jede Aufgabe drei Visualisierungen existieren, werden diese in der jeweiligen Aufgabe beschrieben und dargestellt. Die Icons werden bei der Bedingung mit dem Pop-up Menü oder dem Tutorial nicht dargestellt. Das Tutorial stellt hierbei eine Ausnahme dar, da gleich am Anfang der Studie alle Gesten den Teilnehmern vorgestellt werden. Jeder Teilnehmer hat alle Aufgaben mit dem jeweiligen Visualisierungstyp bearbeitet. Ihnen wurde gesagt, dass sie das Tutorial aufmerksam lesen und sich die Gesten merken sollten. Immer, wenn eine Aufgabe

5. Evaluierungsstudie

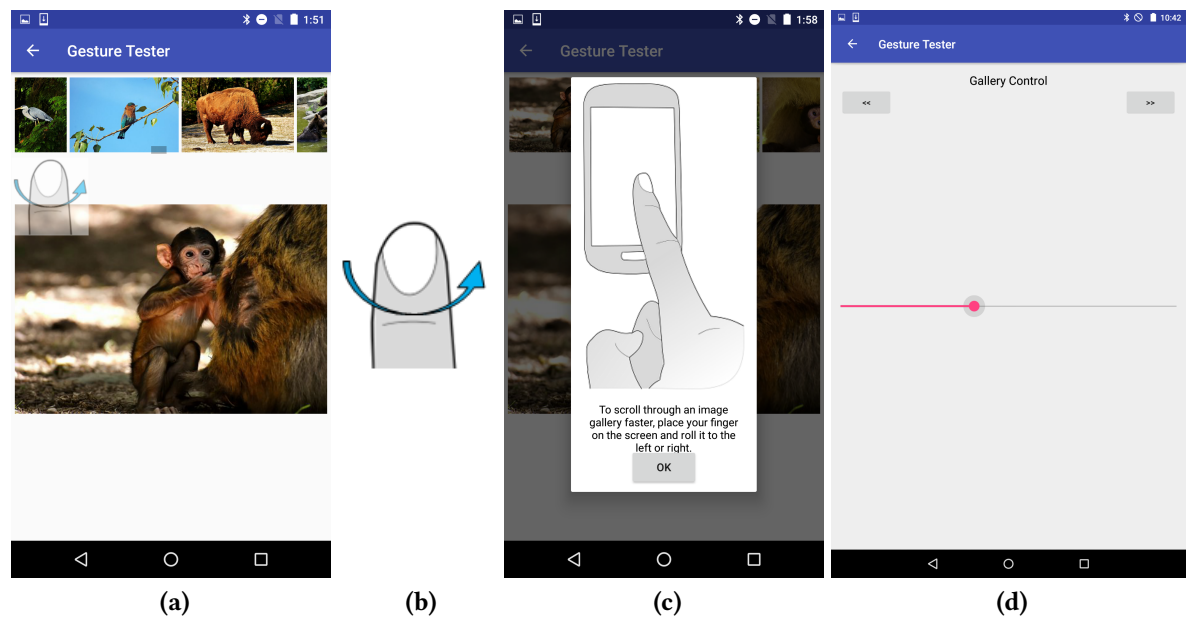


Abbildung 5.2.: Galerie des Prototyps. Das Roll-Icon (b) ist halbtransparent sichtbar (a). Das dritte Bild (c) zeigt das zugehörige Pop-up Menü. Die Steuerung des Wizards ist in (d) zu sehen.

angefangen wird, wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie die dargestellte Geste verstanden haben. Falls das nicht der Fall war, wurden ihnen Hinweise gegeben, bis die geforderte Interaktion klar war. Die Aufgabenbeschreibungen zu jeder Geste lagen dabei in Textform, auf DIN A4 Seiten ausgedruckt vor den Teilnehmern. Die Teilnehmer sollen dabei ein Gefühl für die jeweilige Geste bekommen. Nach jeder einzelnen Aufgabe wurden ihnen die vier kurzen Fragen gestellt und sie sollten jeweils ein Formular zu SUS und AttrakDiff ausfüllen.

Galerie

Die Galerieaufgabe orientiert sich an den Anwendungsfall von dem Experten *B1*. Mittels Rollens nach links und rechts kann man durch die Galerie scrollen. So wird die Geste der MicroRolls behandelt. Rollen nach oben und unten wird nicht behandelt, da dies leicht mit der Fingerorientierung verwechselt werden kann. Die Galerie ist folgendermaßen aufgebaut: Oben in Abbildung 5.2a befindet sich eine vertikale Scrollleiste mit 100 Bildern. Die Bilder wurden aus „Pixabay“² entnommen und unterliegen der „Public Domain“³ entsprechend der Verzichtserklärung „Creative Commons CC0“⁴, welche dadurch frei verfügbar sind. Unter der

²<https://pixabay.com/de/>

³<https://pixabay.com/de/service/terms/>

⁴<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de>

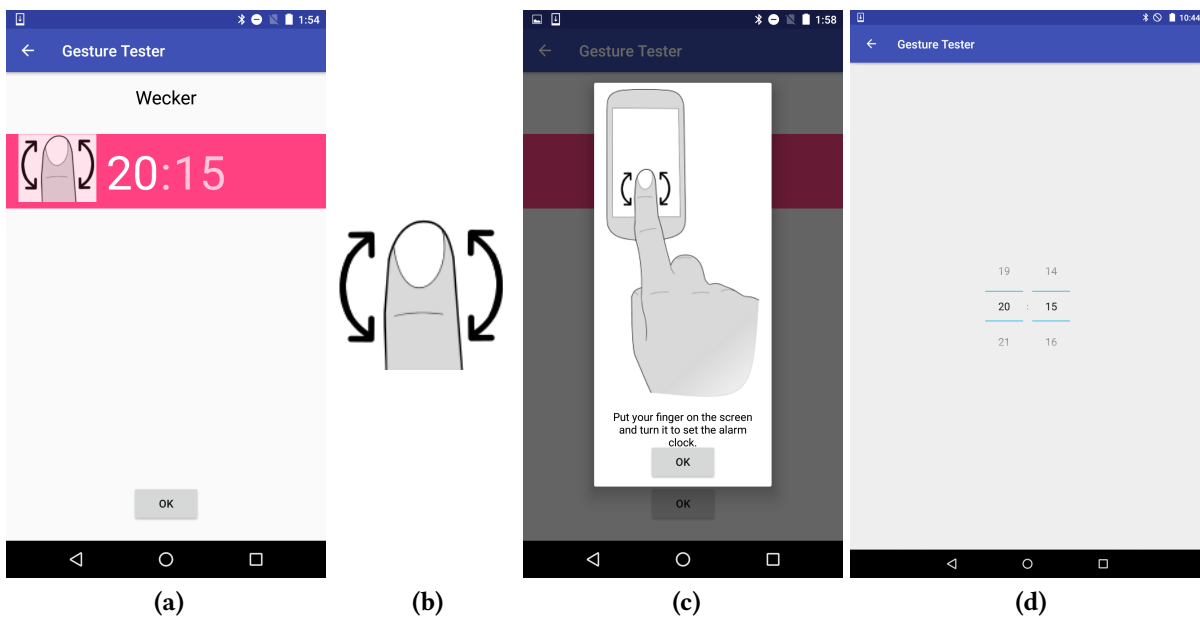


Abbildung 5.3.: Wecker des Prototyps. Das Dreh-Icon (b) ist halbtransparent sichtbar (a). Das dritte Bild (c) zeigt das zugehörige Pop-up Menü. Die Steuerung des Wizards ist in (d) zu sehen.

Scrollleiste befindet sich eine vergrößerte Ansicht des letzten ausgewählten Bildes. Die Bilder in der Scrollleiste werden mit einem Klick in der vergrößerten Ansicht dargestellt. Typische Wischbewegungen zum Wechseln der Bilder funktionieren nicht. Dem Teilnehmer wurde die Aufgabenbeschreibung vorgelegt, dass er ein bestimmtes Bild, welches ausgedruckt ist, finden und einmal darauf klicken soll. Die Reihenfolge von den fünf zu findenden Bilder wurde nach dem „latin squares“-Design [CG80] festgelegt. Für das Icon wurde das Bild 5.2b verwendet. Das Pop-up hat folgenden englischen Text: „To scroll through an image gallery faster, place your finger on the screen and roll it to the left or right.“ Zu Deutsch: „Um schneller durch eine Bildergalerie zu scrollen, platziere deinen Finger auf den Bildschirm und rolle ihn nach links oder rechts.“ Der Wizard steuert die Scrollleiste der Galerie durch eine „SeekBar“ bzw. einen „Slider“ (Abb. 5.2d). Der Slider übergibt einen absoluten Wert an die Galerie. Das bedeutet, dass das linke Ende die Anfangsposition und das rechte Ende die Endposition der Galerie entspricht. Durch das langsame Ziehen des Sliders, wird das Scrollen der Galerie simuliert. Die somit einzig implementierte Funktion für den Teilnehmer ist das Klicken auf ein Bild in der Scrollleiste, damit dieses vergrößert dargestellt wird. Der Wizard reagiert dabei auf das Rollen des Teilnehmers. Die Rollrichtung entspricht der Scrollrichtung. Es ist irrelevant, wo der Finger zum Rollen platziert wurde, denn die Geste wurde an jeder Position akzeptiert und umgesetzt.

Wecker

Um die Fingerorientierung abzudecken, wurden diese in zwei Aufgaben unterteilt. Das Stellen eines Weckers wurde von den Interviewteilnehmern häufig als Anwendungsfall genannt. Bei dem Wecker wird die Fingerrichtung behandelt. Durch einen einfachen Klick auf die Stundenanzeige oder Minutenanzeige kann zwischen diesen gewechselt werden. Die geforderte Geste ist das mehrmalige Drehen des Fingers. Das bedeutet, dass der Teilnehmer den Finger an irgendeiner Stelle des Bildschirms platzieren und seinen Finger nach links oder rechts drehen kann. Den Finger im Uhrzeigersinn zu drehen bedeutet, dass der Wert erhöht wird. Gegen den Uhrzeigersinn verringert den Wert. Es wurden fünf Uhrzeiten im 24-Stunden-Format schriftlich vorgegeben: 20:15 Uhr, 04:30 Uhr, 14:57 Uhr, 01:24 Uhr und 15:42 Uhr. Das Icon ist in Abbildung 5.3b zu sehen und wird auch hier halbtransparent dargestellt (Abbildung 5.3a). Für das Pop-up Menü (Abbildung 5.3c) wurde folgende Beschreibung benutzt: „Put your finger on the screen and turn it to set the alarm clock.“ Übersetzt: „Platziere deinen Finger auf den Bildschirm und drehe ihn, um den Wecker zu stellen.“. Der Wizard hatte zur Steuerung einen „Spinner“ zur Verfügung (siehe Abbildung 5.3d). So können die Stunden und die Minuten unabhängig voneinander durch vertikale Wischbewegungen manipuliert werden. Die entsprechenden Werte wurden dann bei dem Teilnehmer angezeigt. Wenn der Teilnehmer eine Rechtsdrehung mit dem Finger durchführte, dann musste der Wizard bei den Stunden bzw. Minuten von unten nach oben wischen, um den Zahlenwert zu erhöhen. Der Wizard konnte dabei seinen Finger auf den „Spinner“ ansetzen und je nach Drehrichtung des Teilnehmers den Finger kontinuierlich nach oben oder unten ziehen. So war eine flüssige Zahlenänderung ermöglicht. Sobald der Teilnehmer die geforderte Uhrzeit eingegeben hatte, sollte er diese einmal mit der „OK“-Taste bestätigen und konnte dann zur nächsten Uhrzeit übergehen.

Chat

In dieser Aufgabe werden der Fingerknöchel und -nagel eingesetzt. Beide Interaktionen werden als Shortcutfunktion genutzt. Mit dem Fingernagel sollen die einzelnen Nachrichten kopiert und mit dem Fingerknöchel in das Nachrichtenfeld eingefügt werden. Es wurde die Aufgabe gestellt, dass der folgende Satz durch die gegebenen Textbausteine kopiert und eingefügt wird: „I have read the Terms and Conditions.“ Die einzelnen Bausteine wurden randomisiert angeordnet. Der Teilnehmer kann mit dem Fingernagel auf einen Textbaustein klicken. Erfolgreiches Kopieren wird durch eine „Toast“-Nachricht (Abbildung 5.4a unten) bestätigt. Um den kopierten Text in das Nachrichtenfeld einzufügen, kann auf einer beliebigen Stelle einmal mit dem Fingerknöchel geklopft werden. Falls der falsche Text kopiert oder ein Wort doppelt eingefügt wurde, wird durch einen Klick auf das Nachrichtenfeld die virtuelle Tastatur geöffnet. So kann der Nutzer die letzten Wörter löschen und die Aufgabe weiterführen. Es war allerdings untersagt, den Text mit der Tastatur zu schreiben. Sobald der Nutzer auf die „Send“-Taste drückt, wird der eingegebene Satz rechtsbündig im Chatfenster angezeigt. Als Indikator wurden zwei Icons verwendet. Oben in Abbildung 5.4b berührt der Fingerknöchel den Bildschirm. Das Icon ist links neben dem Nachrichtenfeld platziert (Abbildung 5.4a). Die Abbildung des Fingernagels (Abbildung 5.4b)

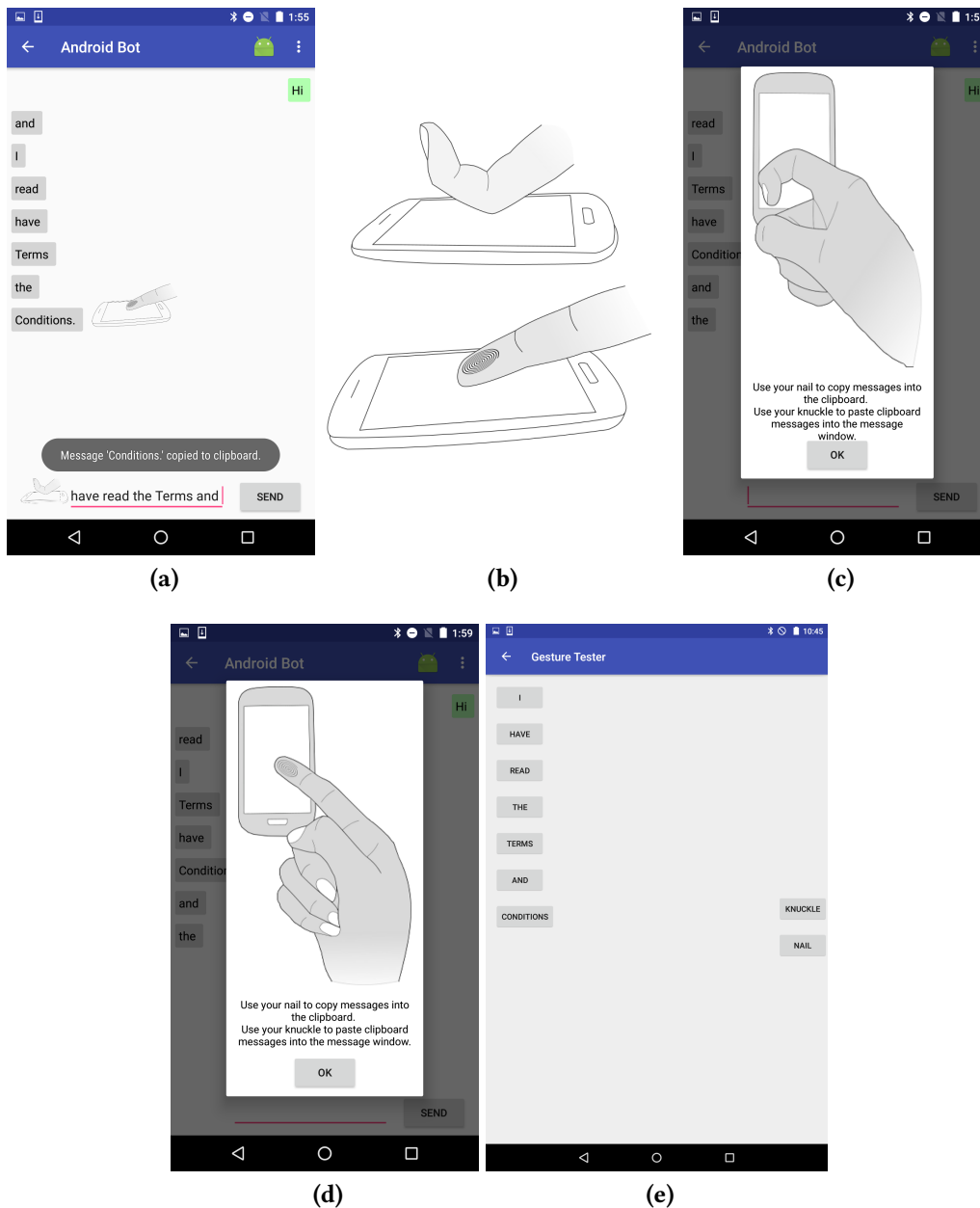


Abbildung 5.4.: In (a) ist der Chat mit den zugehörigen Icons (b) für den Fingerknöchel und -nagel zu sehen. Für beide wird abwechselnd ein Pop-up dargestellt ((c) und (d)). Der Wizard kann die ausgewählten Wörter kopieren und das Einfügen steuern (e).

5. Evaluierungsstudie

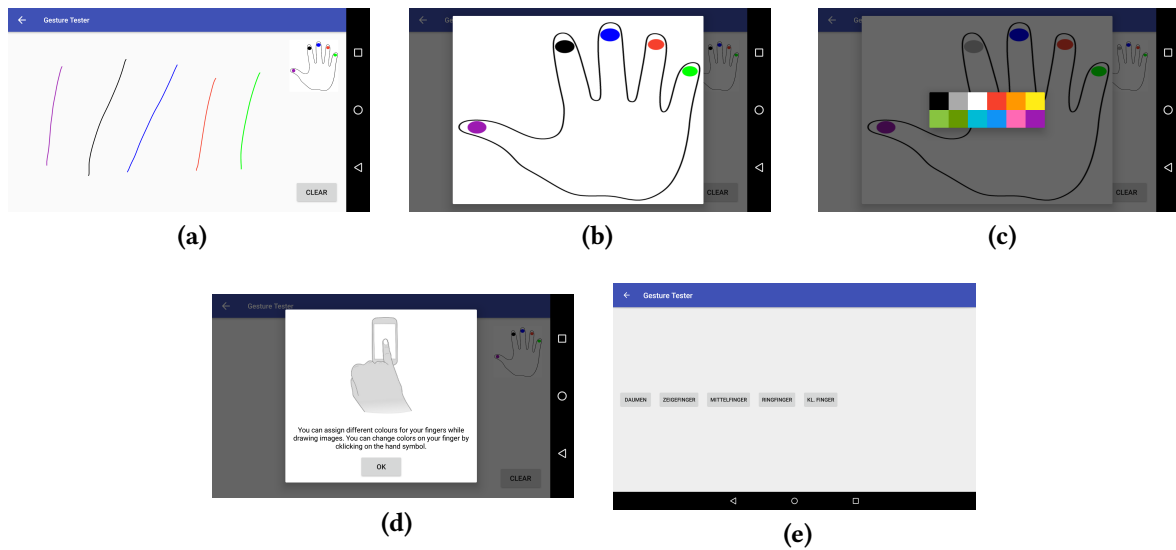


Abbildung 5.5.: In (a) ist die Zeichenfläche mit dem Icon für die Hand (b) zu sehen. Jeder Finger ist mit einer Farbe assoziiert und kann mit einem Klick auf den Finger neu zugewiesen werden (c). Das Pop-up Menü ist in Bild (d) zu sehen und der Wizard hat für jeden Finger eine entsprechende Taste (e).

befindet sich direkt rechts neben dem letzten Textbaustein (Abbildung 5.4a), um zu zeigen, dass man mit dem Fingernagel klicken kann. Das Pop-up Menü wechselte alle 2,5 Sekunden das Bild, allerdings nicht die Nachricht: „Use your nail to copy messages into the clipboard. Use your knuckle to paste clipboard messages into the message window.“ Der Wizard muss hierbei auf zwei Gesten achten. Daher wird die Aufgabe auf beide Hände verteilt. In Abbildung 5.4e ist zu sehen, dass sich auf der linken Seite die Textbausteine befinden und auf der rechten Seite eine Taste für den Fingerknöchel und eine für den Fingernagel. Der Touchscreen ist sensitiv genug, dass auch eine Eingabe mit dem umgedrehten Finger als normaler Klick erkannt wird. Ein Textbaustein wird demnach automatisch kopiert, falls dieser direkt angeklickt wird. Diese Funktion wurde den Teilnehmern vorenthalten und sollte die Aufgabe des Wizards erleichtern. Dennoch konnte der Wizard auch mittels eines Klick die einzelnen Wörter von seinem Gerät aus beim Nutzer kopieren. Beim Kopieren wird dem Nutzer immer angezeigt, welches Wort kopiert wurde, unabhängig davon, bei welchem Gerät das Wort kopiert wurde. Sobald der Nutzer mit dem Fingerknöchel an einer beliebigen Stelle auf den Bildschirm klopft, löst der Wizard die Einfügeoperation aus. Um die Aufgabe zu erfüllen, musste der Teilnehmer daher fünf Mal den Fingernagel und fünf Mal den Fingerknöchel nutzen.

Zeichnen

Um die Möglichkeit zu geben, alle fünf Finger zu nutzen, wurde eine kreative Aufgabe gewählt. Bei dieser Aufgabe wurden die Teilnehmer gebeten, fünf Bilder zu malen. Jeder Finger wurde

initial dabei mit einer Farbe versehen. In Abbildung 5.5a sind die fünf Farben sichtbar. Die Aufgabe bestand darin, die folgenden fünf Bilder zu malen und bei jedem Bild mindestens drei verschiedene Farben zu benutzen: Ein Bild des letzten Urlaubs, der letzten Mahlzeit, eines Autos, des Lieblingstiers und einer Insel. Durch ein Klick auf das Hand Icon (Abbildung 5.5b), wurde dieses vergrößert. Ein weiterer Klick auf einen der Finger öffnet ein Auswahl Menü (Abbildung 5.5c), um dem Finger eine andere Farbe zuzuweisen. Sobald der Teilnehmer zufrieden mit seinem Bild war und mindestens drei Farben verwendet hatte, konnte er die Zeichenfläche mit einem Klick auf die „Clear“-Taste wieder löschen. Neben dem Hand Icon (Abbildung 5.5b) hat das Pop-up Menü folgende Nachricht: „You can assign different colours for your fingers while drawing images. You can change colours on your finger by clicking on the hand symbol.“ Was übersetzt bedeutet: „Du kannst verschiedene Farben deinen Fingern zuweisen, während du Bilder zeichnest. Du kannst die Farben auf deinen Fingern ändern, indem du auf das Handsymbol klickst.“ Der Wizard achtet darauf, welcher Finger benutzt wird und drückt auf die entsprechende Taste auf seinem Gerät. In Abbildung 5.5e ist zu sehen, dass er für jeden Finger eine Taste zum Ändern der Farbe zur Verfügung hat: Daumen, Zeigefinger, Mittelfinger, Ringfinger und kleiner Finger.

Karte

Der zweite Teil für die Fingerorientierung ist in dieser Aufgabe abgedeckt. Diesmal liegt der Fokus auf dem Fingerwinkel, welcher als Zoomfunktion eingesetzt wird. Die Teilnehmer mussten fünf Orte auf der Weltkarte mit Google Maps in der folgenden Reihenfolge aufsuchen: Tokio (Japan), Kapstadt (Südafrika), New York City (USA), London (Großbritannien), Sydney (Australien) und Rio de Janeiro (Brasilien). Der Startpunkt liegt bei Sydney (Abbildung 5.6a). Die Teilnehmer mussten mindestens soweit in die Karte zoomen, bis der Städtenamen sichtbar war. Um die Karte zu vergrößern, sollten die Teilnehmer den Finger auf den Bildschirm anlegen und den Finger nach unten neigen (Abbildung 5.6b unten) bzw. zum Verkleinern der Karte, den Finger nach oben neigen (Abbildung 5.6b oben). Die gewohnte Geste mit zwei Fingern für das Zoomen wurde den Teilnehmern untersagt. Normale Wischbewegungen zum Bewegen der Karte waren wie gewohnt vorhanden. Das Bedienelement war nach dem Vorbild des Experten *B10* aufgebaut, dass zuerst ein Fingerabdruck, wie in Abbildung 5.6d, zu sehen ist. Sobald der Nutzer seinen Finger auf den Abdruck legt, werden die beiden Icons aus Abbildung 5.6b zwei Mal abwechselnd im 2.5 Sekunden Takt dargestellt (Abbildung 5.6e). Danach werden alle Icons entfernt. In Abbildung 5.6c ist das zugehörige Pop-up Menü zu sehen: „Hold your finger on the screen and zoom on the map by moving your finger up and down.“ Die zugehörige Übersetzung: „Halte deinen Finger auf dem Bildschirm und zoome auf der Karte, indem du deinen Finger auf und ab bewegst.“ Der Wizard musste hier auf die Auf- und Abbewegungen des Fingers achten. In seiner Applikation in Abbildung 5.6f konnte der Wizard die Karte in einen kontinuierlichen Zoom in beide Richtungen durch zwei Tasten „UP“ und „DOWN“ versetzen. Während des kontinuierlichen Vergrößerns oder Verkleinerns, wurden bei den Teilnehmern alle Toucheingaben gesperrt, damit kein zufälliges Bewegen der Karte ausgelöst wurde. So war die Zoomfunktion deutlich von anderen Interaktionen getrennt. Um das Zoomen zu stoppen

5. Evaluierungsstudie

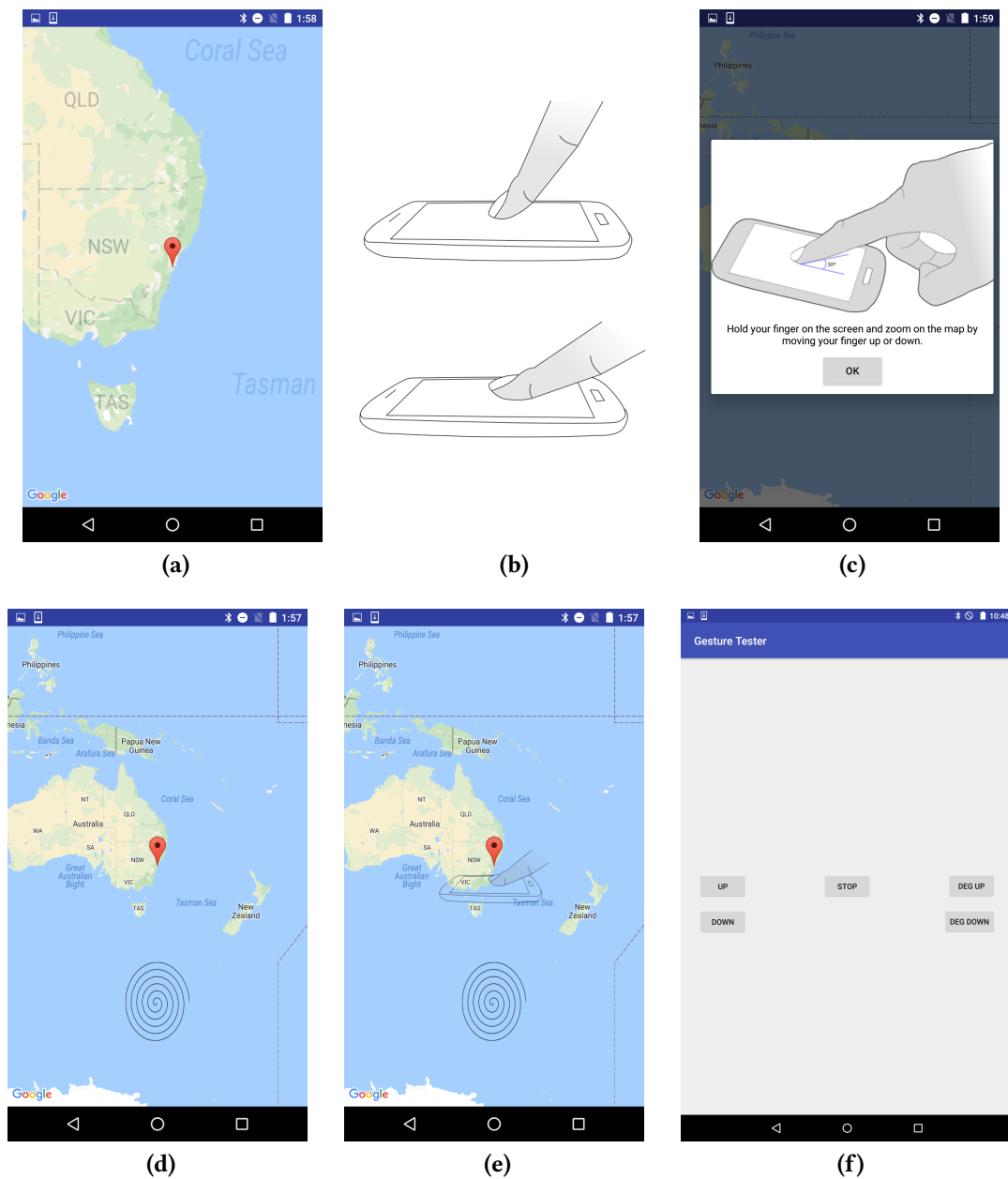


Abbildung 5.6.: Die Karte startet über Sydney (a). Sobald der Nutzer auf den Fingerabdruck drückt (d), werden die beiden Icons (b) zwei Mal abwechselnd dargestellt (e). In (c) ist das zugehörige Pop-up Menü zu sehen und in (f) die Steuerung für den Wizard.

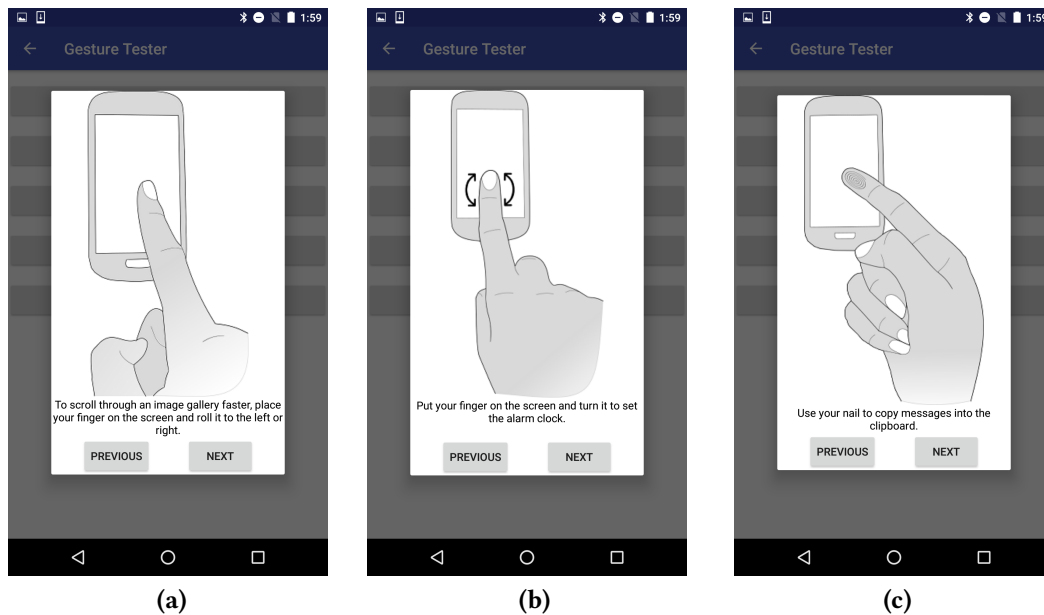


Abbildung 5.7.: Beispielseiten aus dem Tutorial. In (a) ist die Seite für das Fingerrollen zu sehen, (b) zeigt die Bewegung für das Drehen und (c) die Geste für den Nagel. Jede Tutorialseite beinhaltet einen kurzen Text als Beschreibung.

und die Toucheingaben wieder zu aktivieren, musste der Wizard auf „STOP“ drücken. Die Eingaben waren wieder mit beiden Händen für ihn möglich.

Tutorial

Das Tutorial wird direkt bei Beginn der Aufgaben auf dem Smartphone dargestellt. Es besteht aus einzelnen Seiten, welche wie das Pop-up Menü aufgebaut waren und auch die gleichen Texte besaßen. Die Gesten waren in folgender Reihenfolge angeordnet: Fingerrollen, Drehen, Fingerwinkel, Fingernagel, Fingerknöchel und verschiedene Finger. Den Teilnehmern wurde gesagt, dass sie sich die Bilder und Texte aufmerksam anschauen und lesen sollten. Falls ein Teilnehmer sich nicht an die korrekte Geste für eine Aufgabe erinnern konnte, wurde ihm mit so wenig Hinweisen wie möglich geholfen.

5.1.3. Fragebögen

Zur Messung der subjektiven Benutzererfahrung und der Benutzbarkeit der Gesten wurden die Teilnehmer gebeten, nach jeder Aufgabe zwei Fragebögen auszufüllen. Einmal der SUS [Bro+96] und der AttrakDiff (AD) [HBK03; Has+08] Fragebogen. Durch den SUS kann die Benutzbarkeit des Systems gemessen werden. Der Fragebogen misst diese durch zehn kurze Aussagen, bei

5. Evaluierungsstudie

denen der Teilnehmer nach dem Vorbild der fünf-Punkte-Likert-Skala [Lik32] angibt, wie sehr er der jeweiligen Aussage zustimmt, bzw. nicht zustimmt. Fünf Felder stehen dabei zur Auswahl, welche mit eins bis fünf Punkten bewertet werden. Ein Punkt wird vergeben, wenn „Stimme überhaupt nicht zu“ ausgewählt wird und fünf Punkte, wenn „Stimme voll zu“ ausgewählt wird. Dazwischen befinden sich drei weitere Felder zur Auswahl.

Die Fragen von AD werden nach dem Vorbild von AttrakDiff2 [Has+08] gestellt und später ausgewertet. Mit diesem Fragebogen soll die „Attraktivität interaktiver Produkte“ [Gmb05] gemessen werden. Um diese zu messen, werden gegensätzliche Adjektivpaare verwendet. Zwischen den Paaren liegen sieben auswählbare Felder, in denen der Teilnehmer seine Antwort in Abhängig davon, welches dieser beiden Adjektive besser zu dem benutzten System passt, ankreuzen kann. Für das linke Wort wird ein Punkt vergeben und für das rechte Wort sieben Punkte. Dabei existieren 28 Paare, welche in Subkategorien unterteilt sind: Pragmatische Qualität (PQ), Hedonische Qualität - Identität (HQ-I), Hedonische Qualität - Stimulation (HQ-S), Attraktivität (ATT). Die PQ beschreibt die Benutzbarkeit eines Produkts, um seine Ziele zu erreichen. HQ-I steht dafür, wie gut der Nutzer sich mit dem Produkt identifizieren kann. Um anzugeben, welche Möglichkeiten der Nutzer mit Unterstützung des Produkts hat, sich weiterzuentwickeln, wird die HQ-S verwendet. Zuletzt gibt ATT eine globale Bewertung an, wie die Qualität des Produkts wahrgenommen wird. Jede dieser Subkategorien enthält sieben Adjektivpaare. Beide Fragebögen SUS und AD waren auf Deutsch und Englisch verfügbar.

5.1.4. Teilnehmer

An der Studie nahmen insgesamt 36 Teilnehmer teil. Davon waren 13 weiblich und 23 männlich. Bei der intuitiven Visualisierung wurden fünf weibliche und sieben männliche Teilnehmer befragt, für das Pop-up Menü und das Tutorial jeweils vier weibliche und acht männliche Teilnehmer. Von den Teilnehmern wurden 30 zufällig am Campus der Universität Stuttgart ausgewählt, die restlichen sechs nach Terminvereinbarung in Böblingen. Es waren 32 der 36 Teilnehmer Studenten diverser Studiengänge und in unterschiedlichen Semestern, während sich drei andere in einem festen Arbeitsverhältnis und einer in der Ausbildung befanden. Das Alter der Teilnehmer reichte von 20 Jahren bis 29 Jahren mit einem Durchschnitt von 24,22 Jahren bei einer Standardabweichung von 0,38 Jahren. Die Fragebögen füllten 26 Teilnehmer auf Deutsch aus und zehn auf Englisch. Jeder der Teilnehmer gab an, regelmäßig ein Smartphone zu benutzen. Dabei nutzten 21 Teilnehmer das Android Betriebssystem, 13 iOS und zwei ein Windows Phone.

Vor der Studie wurden den Teilnehmern erklärt, dass sie jederzeit eine Pause einlegen oder auch abbrechen können. Niemand der Teilnehmer machte davon Gebrauch. Die Studie dauerte je Teilnehmer ca. 30 und 40 Minuten. Alle Teilnehmer wurden mit fünf Euro für ihre Zeit entlohnt.

SUS-Werte	Intuitiv		Pop-up		Tutorial	
	M	SD	M	SD	M	SD
Galerie	87,71	1,78	78,54	3,28	80,63	6,49
Alarm	72,08	6,71	57,92	6,01	65,63	5,88
Chat	80,21	4,37	69,58	7,61	62,08	6,42
Zeichnen	94,38	2,44	75,63	6,56	70,83	4,97
Karte	90,21	3,35	76,04	6,12	68,33	6,46
Gesamt	84,92	2,05	71,54	2,80	69,50	2,75

Tabelle 5.1.: Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) des SUS.

5.2. Ergebnisse

Die Auswertung der Fragebögen SUS und AD stellen die direkten Ergebnisse dar, welche als subjektiv angesehen werden. Zunächst werden die Ergebnisse nur vorgestellt und danach findet die Diskussion statt.

5.2.1. SUS - System Usability Scale

Insgesamt wurde der SUS 180 Mal ausgefüllt. Das ergibt sich aus 36 Teilnehmern, welche jeweils nach jeder der fünf Aufgaben den Fragebogen ausgefüllt haben. Der SUS gibt pro Fragebogen einen Wert zwischen 0 und 100 zurück [Bro+96]. Um für jede Kondition (Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial) ein Ergebnis zu erhalten, wird das SUS-Ergebnis pro Teilnehmer für alle fünf Aufgaben jeweils ausgerechnet und dann unter der jeweiligen Kondition zusammengefasst. Um den SUS-Wert in erster Linie zu berechnen, wird von jeder Aussage der eingetragene Wert ausgelesen. Die Werte reichen von 1 bis 5 für die jeweilige Aussage. Für die ungeraden Aussagen, Nummer 1,3,5,7 und 9, wird der Skalenwert um 1 subtrahiert. Die geraden Aussagen, 2,4,6,8 und 10, werden durch 5 minus dem Skalenwert berechnet. Pro Aussage erhält man dann einen Wert zwischen 0 und 4. Diese werden daraufhin summiert und die Summe wird mit 2,5 multipliziert [Bro+96]. Daraus bildet der SUS einen Wert zwischen 0 und 100. Je höher der Wert, desto besser.

Pro Teilnehmer ergibt sich fünf Mal ein SUS-Wert, deren Verteilung ist in Abbildung 5.8 durch Boxplots dargestellt. Zu sehen ist, dass der intuitive Ansatz einen Median von 88,75 hat, während das Pop-up Menü einen Median von 75 besitzt und das Tutorial mit 70 Punkten im Median bewertet wurde. Der intuitive Ansatz besitzt auch einen Ausreißer, welcher mit 5 Punkten bewertet wurde. Die Wecker Aufgabe wurde einmal mit dieser Punktzahl bewertet. Weiterhin ist zu beobachten, dass bei allen der obere Whisker den Maximalwert von 100 erreicht. Die Boxplots des Pop-up Menüs und des Tutorials sind sich bis auf den Median identisch. Zwischen diesen beiden Konditionen ist somit kein besonderer Unterschied zu erkennen. Die

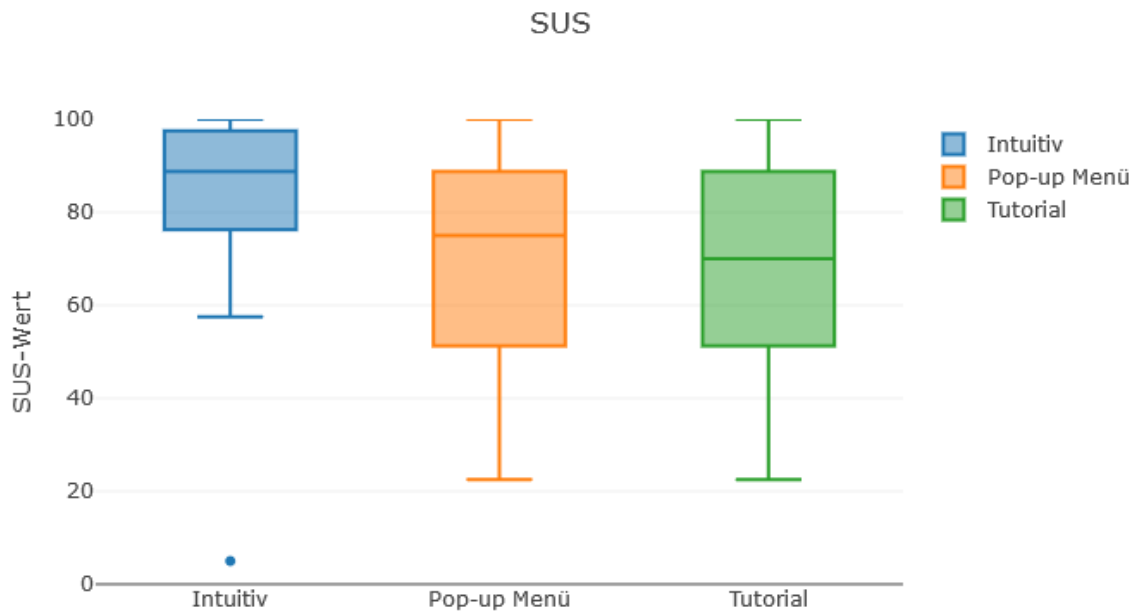


Abbildung 5.8.: In diesen Boxplots sind die durchschnittlichen SUS-Werte in die drei Konditionen Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial unterteilt. Es wurden alle Aufgaben nach ihrer Kondition miteinbezogen.

Whisker nach unten hin haben bei diesen den gleichen Minimalwert von 22,5. Die Verteilung des intuitiven Ansatzes ist wesentlich kleiner, der untere Whisker besitzt einen Minimalwert von 57,5 und die Größe der Box ist wesentlich kleiner. Darüber hinaus befinden sich der Median des intuitiven Ansatzes auf derselben Höhe wie das obere Quartil des Pop-up Menüs und des Tutorials mit 88,75 Punkten. In Tabelle 5.1 werden nochmal die Durchschnittswerte der einzelnen Kategorien dargestellt. Man erkennt hier auch, dass das Pop-up Menü und das Tutorial mit 2 Punkten Differenz sehr ähnlich sind und die intuitive Methode sich mit 84,92 Punkten abhebt.

5.2.2. AttrakDiff

AttrakDiff wird wie bereits angegeben in vier Kategorien unterteilt. Zu jeder Kategorie existieren sieben Fragen, welche je nach Antwort mit einem Wert zwischen 1 und 7 erhalten. Dabei ist ein höherer Wert besser. Wie bei dem SUS wurde der Fragebogen 180 Mal ausgefüllt. Hassenzahl et al. [Has+08] erstellt aus der Hedonischen Qualität und der Pragmatischen Qualität ein Konfidenzrechteck. So soll die Benutzbarkeit zwischen „überflüssig“ und „begehrt“ [Gmb05;

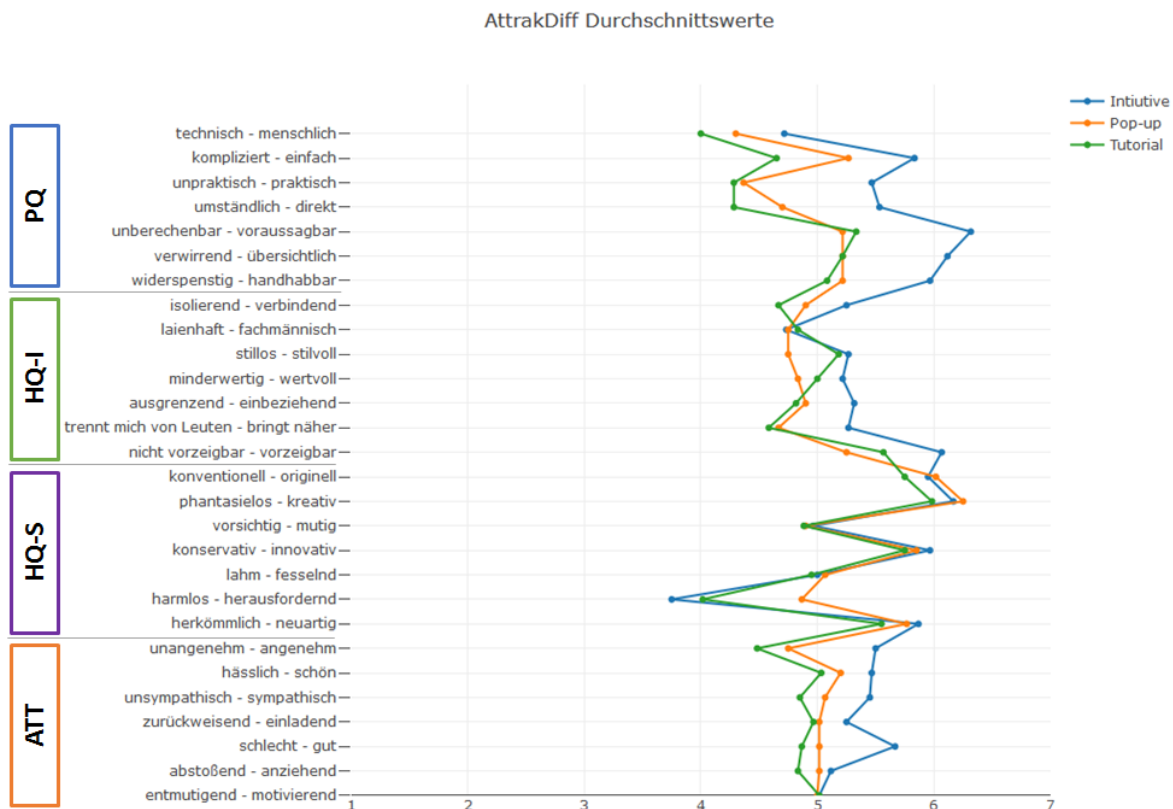


Abbildung 5.9.: Diese Abbildung zeigt die Durchschnittswerte der jeweiligen Wortpaare für die einzelnen Konditionen Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial. Links werden für die Wortpaare die einzelnen Subkategorien dargestellt. Eine Kategorie enthält immer sieben Wortpaare.

Has+08] eingeordnet werden können. Zunächst werden für die jeweiligen Konditionen die einzelnen Durchschnittswerte der Wortpaare für die jeweilige Subkategorie berechnet. Daraus ergeben sich insgesamt $180 * 4 = 720$ einzelne Durchschnittswerte in Summe über die Kategorien und Teilnehmer hinweg. Anhand dieser können dann Konfidenzintervalle mit einem Konfidenzfaktor von 95% berechnet werden. Es wird einmal das Konfidenzintervall für die PQ-Werte berechnet, sowie für den gemeinsamen Durchschnitt der HQ-I- und HQ-S-Werte. Aus diesen beiden Konfidenzintervallen kann ein Konfidenzrechteck gebildet werden, welches in Abbildung 5.10 zu sehen ist.

In Abbildung 5.9 sind die einzelnen Kombinationen der Wortpaare zu erkennen. Die unteren Zahlenwerte sind so zu interpretieren, dass höhere Werte besser sind. Die 4 bildet den mittleren Wert und ist als „neutral“ bewertbar. Insgesamt sind mehrere Überschneidungen zu erkennen. Der intuitive Ansatz hat im Bereich der PQ wesentlich höhere Werte, als es bei Pop-up oder Tutorial der Fall wäre. Gleichzeitig hat der intuitive Ansatz bei dem Wortpaar „unberechenbar

5. Evaluierungsstudie

Bedingungen	PQ		HQ-I		HQ-S		ATT	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Intuitiv	5,70	0,14	5,30	0,11	5,38	0,08	5,35	0,15
Pop-up Menü	4,90	0,21	4,86	0,17	5,53	0,10	5,00	0,19
Tutorial	4,70	0,18	4,95	0,12	5,27	0,10	4,86	0,17

Tabelle 5.2.: Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) der einzelnen Subkategorien PQ, HQ-I, HQ-S und ATT.

Portfoliodarstellung

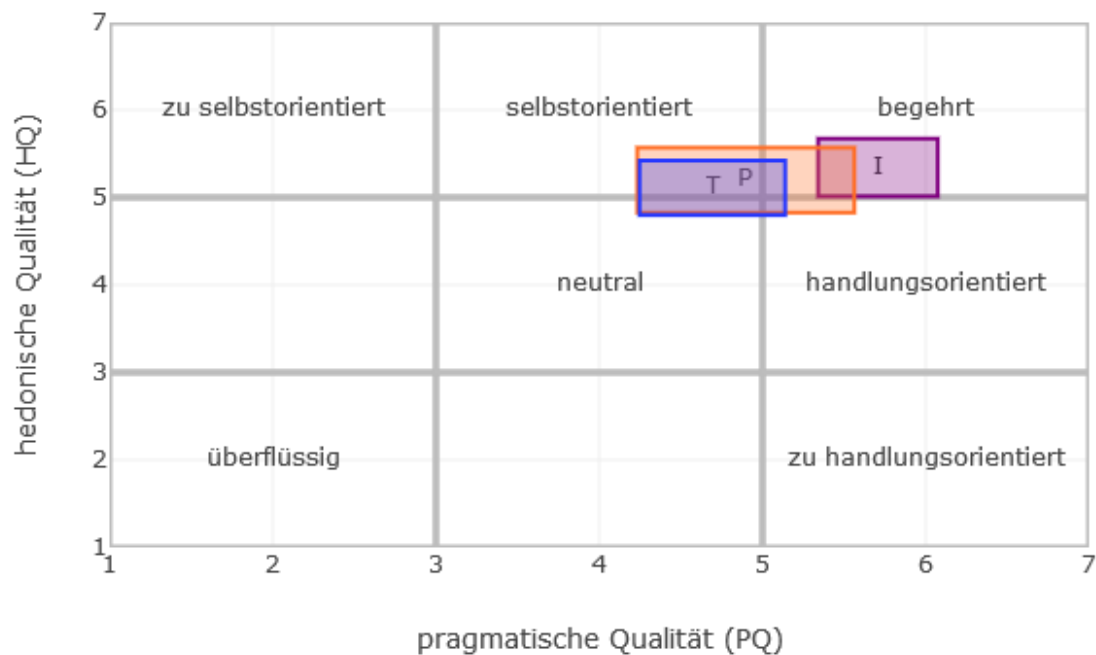


Abbildung 5.10.: Diese Abbildung zeigt die Konfidenzrechtecke für die einzelnen Konditionen Intuitiv **I**, Pop-up Menü **P** und Tutorial **T**. Der intuitive Ansatz liegt hierbei komplett im begehrten Bereich. Die anderen beiden Konfidenzrechtecke sind über mehrere Bereiche verteilt und nicht eindeutig einzuordnen.

- voraussagbar“ den höchsten Wert mit 6,32. Auch in der HQ-I sind die Werte bis auf das Wortpaar „leienhaft - fachmännisch“ höher. Bei diesem Wortpaar scheinen sich die Teilnehmer unabhängig der Visualisierung einig zu sein. Im Bereich der HQ-S überschneiden sich die Durchschnittswerte zum größten Teil. Nur bei dem Wortpaar „harmlos - herausfordernd“ ist zu erkennen, dass der intuitive Ansatz den globalen Minimalwert besitzt und hier am schlechtesten mit 3,75 abschneidet. Eine weitere Besonderheit ist hier, dass das Pop-up Menü gegenüber dem intuitiven Ansatz und dem Tutorial einen deutlich höheren Wert mit 4,87 besitzt. Im letzten Abschnitt der ATT gibt es keine Überschneidungen der Kategorien. Der intuitive Ansatz hat die höchsten Werte, gefolgt von dem Pop-up Menü und zuletzt dem Tutorial. Bei dem letzten Wortpaar „entmutigend - motivierend“ ist wieder ein Konsens unabhängig der Kategorie zu beobachten.

In der Tabelle 5.2 werden die einzelnen Durchschnittswerte und deren Standardabweichungen dargestellt. Betrachtet man zunächst den intuitiven Ansatz, erkennt man, dass alle Durchschnittswerte größer als 5,30 (HQ-I) sind. PQ hat hierbei den global größten Wert mit 5,70. Für das Pop-up Menü liegt das Minimum bei 4,86 und das Maximum bei 5,53. Das Tutorial bildet die niedrigsten Durchschnittswerte von 4,70 bis 5,27. Betrachtet man das globale Maximum, hat der intuitive Ansatz diesen bei PQ mit 5,70 und einer Standardabweichung von 0,14. Das globale Minimum bildet das Tutorial in der gleichen Kategorie mit dem Wert 4,70 und einer Standardabweichung von 0,18.

Anschließend wird die Portfoliodarstellung in Abbildung 5.10 nach dem Vorbild von Hassenzahl et al. [Has+08] und der AttrakDiff „Demo“ [Gmb05] betrachtet. Bei dieser wurden die Konfidenzrechtecke basierend auf den Konfidenzintervallen der PQ und der Mittelwerte der HQ-I und HQ-S gebildet. Alle drei Kategorien siedeln sich in den oberen rechten Bereich ein. Die Portfoliodarstellung ist dabei in mehrere „Charakterbereiche“ [Gmb05] unterteilt, um das Produkt kategorisieren zu können. Je kleiner die gebildeten Rechtecke sind, desto größer ist der Konsens der Teilnehmer. Hinsichtlich der hedonischen Qualität, sind sich alle Kategorien ähnlich, da sie sich im Bezug auf der Vertikalen überlappen. Zwar haben diese keinen signifikanten Unterschied untereinander, doch hinsichtlich der hedonischen Qualität können alle drei Ansätze den Nutzer anregen und das Interesse wecken. Größere Differenzen sind in der pragmatischen Qualität ersichtlich. Der intuitive Ansatz und das Tutorial überschneiden sich in der Horizontalen nicht. Daher kann von einem signifikanten Unterschied gesprochen werden [Has+08]. Das Pop-up Menü bildet ein relativ breites Rechteck und zeigt somit, dass die Teilnehmer geteilter Meinung sind, in wie weit dieser Ansatz zielführend ist. Begehrt ist der intuitive Ansatz, da dieser sich vollständig in diesem Charakterbereich befindet. Über das Pop-up Menü lässt sich keine eindeutige Aussage treffen, während man das Tutorial eher in den selbstorientierten Bereich einordnen kann.

5.2.3. Teilnehmerfragen

Nach jeder Aufgabe wurden die Teilnehmer mit den vier kurzen Fragen befragt: (1) Ob sie die Geste als angenehm empfunden haben, dann, (2) wie ihnen die Einführung in die Geste

gefallen hat, (3) ob sie Verbesserungsvorschläge für die eigentliche Geste haben und zuletzt, (4) ob sie eine andere Form der Einführung bevorzugt hätten. Dabei entstanden 3 Stunden und 47 Minuten Aufnahmematerial. Diese kurzen Gespräche wurden nicht wörtlich transkribiert. Stattdessen wurden nur die wesentlichen Inhalte kategorisiert und möglichst zu einer „Ja“- oder „Nein“-Antwort zusammengefasst. Da sich sehr viele Aussagen hier befinden, werden nur besonders häufigen oder kontroversen Aussagen präsentiert. Nicht jeder Teilnehmer hatte zu allen Aufgaben einen Verbesserungsvorschlag oder eine andere Einführung bevorzugt.

Zur ersten Frage (1), wurde der Wecker mit dem Drehen des Fingers am häufigsten als unangenehm von 17 Teilnehmern beschrieben. Alle anderen Gesten wurden weniger als zehn Mal als unangenehm beschrieben und das Zeichnen wurde nur vier Mal als unangenehm und einmal als mittel beschrieben. Allerdings wurde bei den Fingern mehrmals erwähnt, dass nicht jeder Finger wahrscheinlich oft genutzt werden wird. Dazu gehörte der Daumen, Ringfinger und der kleine Finger. Bei der zweiten Frage (2), wurde die Rollbewegung am häufigsten negativ genannt, von 14 Teilnehmern. Die Verteilung liegt hier sechs Mal auf Intuitiv, drei Mal auf Pop-up und fünf Mal auf Tutorial. Das Zeichnen wurde nur zwei Mal genannt (Pop-up und Tutorial). Die häufigsten Verbesserungsvorschläge (3) zu jeder Geste wurden folgendermaßen genannt. Zum Rollen in der Galerie sollte es zwei Stufen zum Scrollen geben (4 Teilnehmer). Beim Drehen für den Wecker, sollte der Finger gedrückt gehalten werden können, damit man nur den Finger leicht nach links oder rechts dreht und dann die Stunden oder Minuten automatisch erhöht oder verringert werden (5 Teilnehmer). Bei dem Chat mit Fingerknöchel und -nagel gab es wenige doppelte Aussagen. Einmal, dass beide vertauscht werden sollten (2 Teilnehmer), lieber mit der Fingerkuppe einfügen (2 Teilnehmer) und ein Teilnehmer wollte beides mit dem Fingernagel machen während ein anderer beide Funktionen mit dem Fingerknöchel erledigen wollte. Zum Zeichnen wurde zwei Mal erwähnt, dass es gut wäre, wenn man beide Hände gleichzeitig verwenden könnte. Für die Karte und den Fingerwinkel wurde vier Mal erwähnt, dass der Zoom sich auch zu dem Ort bewegen sollte, an dem sich der Finger auf dem Bildschirm befindet. Weiterhin, dass die Zoomrichtungen vertauscht werden sollten (3 Teilnehmer). Die letzte Frage (4) wollte in Erfahrung bringen, ob die Teilnehmer sich eine andere Einführung in Form der Visualisierung gewünscht hätten. Dabei wurde insgesamt 50 Mal der Wunsch, eine Animation zu sehen, geäußert. Dies wurde 16 Mal bei Intuitiv, 17 Mal bei Popup und 17 Mal bei Tutorial erwähnt. Auch Videos wurden 16 Mal erwähnt: 1 Mal bei Intuitiv, 7 Mal bei Popup und 8 Mal bei Tutorial. Für den intuitiven Ansatz wurde bei dem Wecker von vier Teilnehmern ausgesagt, dass die Pfeile sich um den Finger befinden sollten.

5.2.4. ANOVA-Varianzanalyse

Die gefundenen Ergebnisse müssen noch auf signifikante Effekte untersucht werden, damit direkte Vergleiche zulässig sind. Dafür wurde eine zweifaktorielle ANOVA-Varianzanalyse mit Bonferroni-Korrekturen für paarweise Vergleiche auf die Durchschnittswerte der SUS- und AD-Werte durchgeführt. Es wurde eine „Aligned Rank Transform“ (ART) [Wob+11]

Prozedur für die möglichen Werte durchgeführt. Dabei wurde das ARTool Toolkit⁵ verwendet, um die Daten auszurichten und zu gliedern. Um Effekte zwischen den Konditionen oder Aufgaben zu bestimmen, wurde bei signifikanten Effekten ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test durchgeführt.

Mit der zweifaktorielle ANOVA-Varianzanalyse wurde der Effekt der abhängigen Variablen, SUS- und AD-Werte, anhand der unabhängigen Variablen, Aufgaben und Konditionen, gemessen. Für den SUS wurde erkennbar, dass die Aufgabe einen signifikanten Effekt auf die Bewertung hatte [$F(4,132) = 5,975$, p-Wert $< 0,001$] sowohl auch die Kondition [$F(2,33) = 7,783$, p-Wert = $0,002$]. Allerdings gab es keinen signifikanten Effekt zwischen der Aufgabe und der Kondition [$F(8,132) = 1,276$, p-Wert = $0,261$]. Unter den Konditionen war ein signifikanter Effekt zwischen dem intuitiven Ansatz und dem Pop-up Menü (p-Wert $< 0,001$) gemessen als auch ein signifikanter Effekt zwischen dem intuitiven Ansatz und dem Tutorial (p-Wert $< 0,001$). Bei den Aufgaben sind signifikante Effekte (p-Wert $< 0,001$) zwischen folgenden Aufgaben sichtbar: Wecker und Zeichnen (p-Wert = $0,016$), Wecker und Galerie (p-Wert $< 0,001$) und Wecker und Karte (p-Wert $< 0,001$).

Für AD wurde für jede Subkategorie die Analyse durchgeführt. Im PQ Bereich wurden signifikante Unterschiede bei den Aufgaben [$F(4,132) = 10,045$, p-Wert $< 0,001$] und bei den Konditionen [$F(2,33) = 5,553$, p-Wert $< 0,001$] gefunden, allerdings nicht zwischen den beiden [$F(8,132) = 1,300$, p-Wert = $0,249$]. Zwischen den Konditionen wurde ein signifikanter Unterschied bei Intuitiv und Pop-up Menü (p-Wert = $0,005$), und Intuitiv und Tutorial (p-Wert $< 0,001$) erkannt. Innerhalb der Aufgaben gab es signifikante Effekte zwischen: Wecker und Zeichnen (p-Wert $< 0,001$), Wecker und Galerie (p-Wert = $0,001$), Wecker und Karte (p-Wert $< 0,009$) und Chat und Zeichnen (p-Wert $< 0,009$).

HQ-I hatte nur bei den Aufgaben einen signifikanten Effekt [$F(4,132) = 4,071$, p-Wert = $0,004$]. Zwischen den Aufgaben Wecker und Zeichnen (p-Wert = $0,007$) und Chat und Zeichnen (p-Wert = $0,024$) wurden signifikante Effekte gemessen. Für die Kategorie HQ-S wurden keine signifikanten Effekte innerhalb der Aufgaben, Konditionen oder zwischen beiden gemessen. Der zusammengefasste HQ aus HQ-I und HQ-S hat auch nur bei den Aufgaben einen signifikanten Effekt [$F(4,132) = 2,861$, p-Wert = $0,03$]. Doch zwischen der Aufgaben war kein signifikanter Effekt zu erkennen.

Der ATT Bereich hatte einen signifikanten Effekt bei den Aufgaben [$F(4,132) = 9,275$, p-Wert $< 0,001$], allerdings nicht bei den Konditionen [$F(2,33) = 0,856$, p-Wert = $0,434$] und nicht zwischen den Aufgaben und Konditionen [$F(8,132) = 0,885$, p-Wert = $0,531$]. Bei der weiteren Analyse konnte ein signifikanter Effekt zwischen diesen Aufgaben gemessen werden: Wecker und Zeichnen (p-Wert $< 0,001$), Wecker und Galerie (p-Wert = $0,003$), Wecker und Karte (p-Wert = $0,004$) und Chat und Zeichnen (p-Wert = $0,022$).

Über alle Werte von AD (PQ, HQ-I, HQ-S und ATT) hinweg, wurde ein signifikanter Effekt bei den Aufgaben erkannt [$F(4,132) = 7,570$, p-Wert $< 0,001$]. Innerhalb der Aufgaben wurde

⁵<http://depts.washington.edu/madlab/proj/art/index.html>

5. Evaluierungsstudie

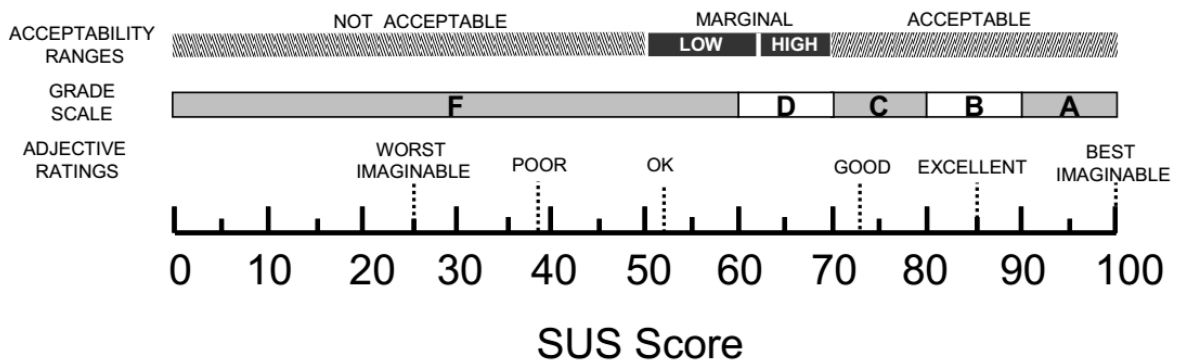


Abbildung 5.11.: Abbildung aus [BKM09] für verschiedene Bewertungen des SUS-Wertes.

ein signifikanter Effekt zwischen diesen Aufgaben erkannt: Wecker und Zeichnen (p-Wert < 0,001), Wecker und Galerie (p-Wert = 0,003), Wecker und Karte (p-Wert = 0,011) und Chat und Zeichnen (p-Wert = 0,024).

5.2.5. Diskussion

Basierend auf den Aussagen der Interviewexperten, wurde die Studie so aufgebaut, um die unterschiedlichen Ansätze der Visualisierungen für diverse Bespielanwendungen mit neuen Interaktionsgesten zu untersuchen. Daher wurde untersucht, in wie fern sich die unterschiedlichen Ansätze im Zusammenhang auf die Wahrnehmung des Benutzers auswirken. Die Benutzererfahrung wurde mittels subjektiver Messmethoden, der System-Usability-Scale und der AttrakDiff, gemessen. Die Visualisierungsmethoden wurden in drei Kategorien eingeteilt: Intuitiv, Pop-up Menü und Tutorial. Diese kamen dadurch zustande, dass während der Interviews häufig der Einsatz von einem Pop-up Menü in irgendeiner Form vorgeschlagen wurde.

Betrachtet man den Unterschied bei SUS in Abbildung 5.8, so ist erkennbar, dass bei dem intuitiven Ansatz die Verteilung der Punktevergabe deutlich höher ist, als bei den anderen beiden Konditionen. Die ANOVA-Varianzanalyse hat hier bestätigt, dass ein signifikanter Unterschied existiert und eine intuitive Darstellung insgesamt eine bessere Benutzererfahrung erzielt. Aber die Verteilung bei den anderen beiden Visualisierungen erreicht auch wiederholt Werte im oberen Punktebereich. Zwischen dem Pop-up Menü und dem Tutorial existiert jedoch kaum Unterschied in Hinsicht auf die Benutzererfahrung. Bei beiden Methoden wurde der Nutzer durch Bilder und Texten in die Geste eingeführt. Lediglich der Zeitpunkt war hier unterschiedlich. Abschließend zum SUS-Wert, lassen sich mit Hilfe der Abbildung 5.11 von Bangor et al. [BKM09] die einzelnen Ansätze noch bewerten, wie gut diese Systeme sind. Intuitv hat im Mittelwert (M) 84,92 Punkte mit einer Standardabweichung (SD) von 2,05, die höchste Punktzahl und ist knapp unter einer Bewertung von „Exzellente“ (ab 85,5 Punkten). Ab 71,4 Punkten wird ein System als „Gut“ bewertet. Das Tutorial befindet sich leicht unter

	Wecker		Zeichnen		Galerie		Karte	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
SUS	65,21	3,61	80,28	3,27	82,29	2,51	78,19	3,44
AD ohne HQ-S	4,64	0,09	5,55	0,08	5,27	0,08	5,29	0,11

Tabelle 5.3.: Durchschnittswerte (M) und Standardabweichung (SD) der einzelnen SUS-Werte und der AD-Werte ohne HQ-S für alle Aufgaben außer Chat.

„Gut“ ($M = 69,50$, $SD = 2,75$), während sich das Pop-up Menü diese Zahl gerade so erreicht ($M = 71,54$, $SD = 2,80$).

AttrakDiff lässt sich in die vier bereits behandelten Kategorien teilen (PQ, HQ-I, HQ-S und ATT). Für die PQ ist, wie bereits in Abbildung 5.10 zu sehen, die horizontale Überschneidung zwischen Intuitiv und Pop-up Menü gering und keine Überschneidung zum Tutorial. Aus der ANOVA-Analyse geht hervor, dass ein signifikanter Effekt zwischen den Konditionen besteht. Dadurch ist der intuitive Ansatz ($M = 5,70$, $SD = 0,14$) zielführender zur Bewältigung einer Aufgabe [Gmb05; Has+08] als das Pop-up Menü ($M = 4,90$, $SD = 0,21$) und das Tutorial ($M = 4,70$, $SD = 0,18$). Das Pop-up Menü und das Tutorial sind dabei fast gleich. Wie bereits an den Konfidenzrechtecken zu erkennen, sind alle drei Konditionen bezüglich der hedonischen Qualität, bestehend aus HQ-I und HQ-S, ähnlich. Für die Konditionen konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden. Sie sind daher alle gleichermaßen interessant (HQ-S [Gmb05]) für den Teilnehmer und die Teilnehmer können sich gleichermaßen damit identifizieren (HQ-I [Gmb05]). Vermutlich sind die Ergebnisse der hedonischen Qualität auf die behandelten Interaktionsgesten zurückzuführen, da diese bei allen Konditionen gleich waren. Für die letzte Kategorie, ATT war kein signifikanter Effekt bei den Konditionen zu erkennen. Auch mit den Durchschnittswerten von Intuitiv ($M = 5,35$, $SD = 0,15$), Pop-up Menü ($M = 5,00$, $SD = 0,17$) und dem Tutorial ($M = 4,86$, $SD = 0,17$) können keine konkreten Aussagen getroffen werden. Ein Hinweis befindet sich bei den Wortpaaren in der Abbildung 5.9 für den ATT-Bereich, denn es sind keine Überschneidungen zu erkennen. Daraus lässt sich schließen, dass Intuitiv eine leicht höhere Attraktivität besitzt. Ausgehend der Effekte bei SUS und AD im Bezug auf die Konditionen, steht dies im Gegensatz zu den Aussagen der Experten. Sehr oft wurde für die Einführung ein Pop-up Menü oder eine andere Form von einem Bild mit Text wie bei der Einrichtung vorgeschlagen. Entgegen dazu wurde der Ansatz mit einfachen Icons oder Symbolen insgesamt besser von den Studienteilnehmern bewertet.

Bei allen Vergleichen bis auf HQ-S, wurde auch ein signifikanter Effekt durch die Aufgaben festgestellt. Bei diesen hatten, bis auf den SUS, die Aufgaben Chat und Zeichnen einen Effekt. Sonst wurde bei diesen auch ein Effekt zwischen Wecker und Zeichnen, Wecker und Galerie und Wecker und Karte erkannt. Da es einen Effekt gibt, dieser aber nicht genau identifizierbar ist, können die Mittelwerte einen Hinweis möglicher Tendenzen zeigen. Dafür wird der Mittelwert aller AD-Werte außer HQ-S betrachtet. Für den Vergleich zu Chat ($M = 5,00$, $SD = 0,11$) und Zeichnen ($M = 5,55$, $SD = 0,08$) ist erkennbar, dass der Chat hinsichtlich der AD eine

5. Evaluierungsstudie

niedriger Tendenz hat, dass sich der Nutzer damit identifizieren kann und zielführend wirkt. Der Vergleich bei den übrigen Paaren mit Hinzunahme der SUS-Werte, kann mithilfe Tabelle 5.3 durchgeführt werden. Die Aufgabe Wecker hat hier bei SUS ($M = 65,21$, $SD = 3.61$) und AD ($M = 4,64$, $SD = 0.09$) geringere Durchschnittswerte als bei den anderen Aufgaben. Daher kann die Vermutung aufgestellt werden, dass die Geste des Fingerdrehens Einfluss auf eine schlechtere Bewertung hatte. Der Wecker wurde von vier Interviewteilnehmern (*B1, B2, B3 und B4*) genannt und war die häufigste genannte Interaktionsform für das Drehen. Betrachtet man hier auch zusätzlich die Aussagen der Studienteilnehmer, so wurde die Drehbewegung von 17 Teilnehmern als unangenehm empfunden. Somit scheint das Drehen in Kombination mit dem Wecker weniger gut als bei den anderen Anwendungsfällen zu passen. Für die Weckeraufgabe waren viele sich wiederholende Bewegungen nötig, da der Finger mehrmals abgesetzt und wieder angelegt werden musste. Dies wurde wohl von den Teilnehmern als anstrengend oder gar lästig empfunden. Einer der Verbesserungsvorschläge war es, dass der Finger nur zum Teil in die gewünschte Richtung gedreht werden soll und sich die Werte daraufhin automatisch ändern sollten.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde nach Möglichkeiten gesucht, durch Bedienelemente einem Nutzer neue Interaktionsgesten auf Touchscreens näher zu bringen. Dazu wurde zunächst nach neuen Gesten gesucht, welche theoretisch auf Touchscreens verwendbar sind. Schließlich wurden folgende vier Gesten ausgesucht: das Rollen des Fingers nach links und rechts [RLG09], die Fingerorientierung inklusive des Fingerwinkels auf dem Bildschirm und dessen Richtung [MLH17; MMH17; May+17; Rog+11; XSH15], das Nutzen des Fingerknöchels und des Fingernagels [HSH11] und von jedem Finger an der Hand Gebrauch machen zu können [CH14]. Um die Bedienelemente zu gestalten, wurden zwölf Design-Experten interviewt.

Aus den daraus resultierenden Gesprächen wurden diverse Anwendungsfälle und Visualisierungen für die Interaktionen gefunden. Auffallend war, dass häufig die Verwendung von Pop-up Menüs inklusive Bilder und einer zugehörigen Textbeschreibung erwähnt wurde. Auch wurde bemerkt, dass einige der Interaktionen bei der Einrichtung des Geräts dem Nutzer präsentiert werden sollten. So wurden neben Icons und Interaktionsmöglichkeiten viele Nachrichtenfenster zur Einführung der Geste für den Nutzer von den Experten aufgezeichnet. Es wurde neben einem intuitiven Ansatz auch die Möglichkeit von Pop-up Menüs oder einer Einführung als Tutorial ersichtlich.

Basierend auf den Aussagen der Experten wurde eine Studie durchgeführt, welche Beispielanwendungen der neuen Gesten nutzt und dabei die unterschiedlichen Ansätze der Visualisierungen untersucht. Um die Studie durchzuführen, wurde ein Prototyp entwickelt, welcher die Oberfläche für die diversen Anwendungen enthielt, sowie die drei unterschiedlichen Einführungsmethoden: Intuitiv durch ein Icon, Pop-up Menü mit einem Bild und passenden Text und ein vorangehendes Tutorial, in welchem alle Gesten einmal mit einem Bild und zugehörigen Text präsentiert werden. Die Studie wurde als „between-subject“ Wizard-of-Oz Studie mit 36 Teilnehmern durchgeführt. Das bedeutet, dass die Funktionalität der einzelnen Gesten nicht implementiert war und die Reaktionen des Prototyps manuell gesteuert wurden. Die Bewertung erfolgte subjektiv durch das Ausfüllen der Fragebogen System-Usability-Scale und AttrakDiff von den Teilnehmern. Insgesamt wurde der intuitive Ansatz im Gegensatz zum Pop-up Menü und dem Tutorial besser bewertet, während zwischen dem Pop-up Menü und dem Tutorial bei der Benutzererfahrung kaum Unterschiede erwiesen. Durch ANOVA-Varianztests wurden die Ergebnisse auf die Bedeutsamkeit der Unterschiede überprüft.

Limitierungen und Ausblick

Das Alter der Studienteilnehmer belief sich zwischen 20 und 29 Jahren. Daher wurden andere Altersgruppen nicht in der Studie miteinbezogen. Andere Altersgruppen könnten demnach unterschiedliche Ergebnisse produzieren. Da die Studie als Laborstudie durchgeführt wurde, wurden die Aufgaben von den Teilnehmern im Sitzen bearbeitet und das Smartphone ruhte auf dem Tisch. Dies steht im Gegensatz zur Benutzung des Smartphones mit einer oder beiden Händen. Um zu erfahren, ob das Stehen oder das in der Hand halten einen Einfluss hat, müssten weitere Studien durchgeführt werden. Die Teilnehmer wurden innerhalb kurzer Zeit mit mehreren unterschiedlichen Interaktionen konfrontiert. Daher ist es schwierig, eine Aussage zu treffen, ob sich ein Benutzer eine Geste solange merken kann, bis er diese wieder benötigt oder erneut eine Einführung in die Geste mittels einer Visualisierung braucht. Um genauere Ergebnisse in einer Alltagssituation zu erzielen, wäre es nötig, dass die Interaktionsmöglichkeiten selbständig vom Gerät erkannt werden können.

Da sich die Icons mit der tendenziell besseren Benutzererfahrung einhergehen, könnten weitere Untersuchungen in dieser Richtung gemacht werden. Verschiedene Abwandlungen dieser könnten untereinander untersucht werden, z.B. ob das Icon animiert sein sollte oder wie abstrakt es dargestellt werden kann. Auch wäre eine Untersuchung hinsichtlich Animationen der geforderten Bewegungen oder Videos als Einführungsmöglichkeit interessant, da diese sehr häufig von den Studienteilnehmern erwähnt worden sind. In dieser Arbeit wurden nur die Interaktionen auf einem Smartphone getestet, doch weitere Anwendungsfälle würden sich auch durch andere Bildschirmgrößen wie Smartwatches, Tablets und Laptops ergeben. Vor allem Smartwatches sind durch ihre Größe streng limitiert und daher ist es wichtig, die Fläche effizient zu nutzen. Halbtransparente Icons könnten hier nützlich sein, um verschiedene Interaktionen zu zeigen, ohne dass dafür weitere Fläche eingenommen wird. Auch unterscheidet sich die Arbeitsweise an einem Laptop durch weitere Peripheriegeräte wie Maus und Laptop. Ob bei Laptops auch Icons passend für neue Gesten sind, könnte auch untersucht werden.

A. Anhang

Experteninterview

Interviewpartner-Nr.

Anonymität: Ja

Name der Institution, Ort:

Art der Aufzeichnung: Audio

Datum:

Uhrzeit: Dauer des Gesprächs:

Leitfrage:

Wie sollten grafische Bedienelemente für neue interaktive Eingabemöglichkeiten auf Touchscreens gestaltet werden?

Gibt es Fragen, bevor wir beginnen?

Allgemeine Fragen zu Touchscreen Benutzung:

1. Wie oft nutzen Sie Geräte mit Touchscreens?
2. Verschiedene Geräte?
3. Gibt es Tätigkeiten, welche Sie nur auf bestimmten Geräten durchführen?
4. Warum nur auf bestimmten Geräten? Welche Probleme?

Vorstellen neuer Eingabemethoden:

Folgende neue Interaktionsmethoden wurden entwickelt, werden jedoch nicht genutzt:

5. Micro Rolls
6. 3D Finger Angle (Drehung und Neigung)
7. Eingabe mittels Fingerkuppe, Fingerknöchel und Fingernagel
8. Eingabe mit verschiedenen Fingern: Daumen, Zeige- Mittelfinger und kleinem Finger (Ringfinger schlecht) [geht momentan nur mit Extra-Hardware]
9. Welche Methode ist für sie am interessantesten? _____

Frage nach Use-Cases

10. Welche möglichen Use-Cases können Sie sich für die „Micro Rolls“ Methode vorstellen?
11. Welche möglichen Use-Cases können Sie sich für die „3D Finger Angle“ Methode vorstellen?
12. Welche möglichen Use-Cases können Sie sich für die „Finger/Knöchel/Nagel“ Methode vorstellen?
13. Welche möglichen Use-Cases können Sie sich für die „Verschiedene Finger“ Methode vorstellen?
14. Welche Art von Anwendungen oder Interaktionen könnten somit erweitert werden?
 - Ideen zu: Messenger, PDF-Reader, E-Mail-Programme, Kalender, Browser, Wecker, Musik-Player
 - Meine Use-Cases (siehe Liste/PPT)
15. Könnten bestimmte Eingabemethoden generell übergreifend für alle Apps angewendet werden (z.B. ein Shortcutmenü durch MicroRolls)?
16. Was würde denn in ein generelles Schortcutmenü gehören und was nicht?
Individualisierbarkeit + Anpassbarkeit

Fragen nach Designs:

Beispiel von Design am Button zeigen -> Zielvorhaben für neue Bedienelemente: Man sieht direkt, dass der Button drückbar ist und der Button gibt Feedback beim Drücken. Vergleich zur echten Welt

Strukturplan: Fragen zur Erstellung, Fragen direkt nach Design, Interaktion, Feedback
7 Fundamentals of Design: Discoverability, Affordances, Signifiers, Mapping, Constraints, Feedback, Conceptual Model

8 Golden Rules: Strive for consistency, Enable frequent users to use shortcuts, Offer informative feedback, Design dialog to yield closure, Offer simple error handling, Permit easy reversal of actions, Support internal locus of control, Reduce short-term memory load

BLOCK A

17. Welches Ziel sollte die Interaktion „MicroRolls“ erfüllen?
18. „MicroRolls“: Bei welchen Applikationen kann dieses genutzt werden? Falls bei mehreren, ist die Benutzung bei allen gleich? [strive for consistency]
19. „MicroRolls“: Was bewirkt das Element in der Applikation? Welche Funktion hat es?
[Mapping]
20. „MicroRolls“: Wo sollte das Element sich auf dem Bildschirm befinden?
Shortcutmenü an nicht störender Stelle unten, da dort auch der Daumen, halbtransparent
21. „MicroRolls“: Wann wird das Element angezeigt? [Discoverability]
22. „MicroRolls“: Wie sieht das Element im Initialzustand aus? (Zeichnung)
23. „MicroRolls“: Wie kann die mögliche Interaktion gezeigt werden? [Affordance + Signifiers]
24. „MicroRolls“: Was passiert bei der Interaktion? Welches Feedback erhält der Nutzer?
(Zeichnung)

25. „MicroRolls“: Wie sieht das Element nach der Interaktion aus? (Zeichnung) Ist diese wieder im Initialzustand oder gibt der Zustand Informationen preis [design dialogs to yield closure + offer informative feedback]?
26. „MicroRolls“: Woran können die Restriktionen erkannt werden? [Constraints]
27. „MicroRolls“: Welche Fehler können bei der Interaktion passieren? Wie kann man gravierende Fehler vermeiden? [offer simple error handling + permit easy reversal of actions]
28. „MicroRolls“: Ist das erstellte Element intuitiv oder muss erst gelernt werden, damit umzugehen (idiomatisch)? [Conceptual model]
29. „MicroRolls“: Ist die erstellte Visualisierung auf unterschiedlich großen Bildschirmen anwendbar?
30. „MicroRolls“: Wie würden Sie das Element evaluieren?
 - Testszenarien?
 - Anhand welcher Kriterien bewerten?
 - Ab wann ist das Element gut oder schlecht?

BLOCK B

31. Welches Ziel sollte die Interaktion „3D Finger Angle“ erfüllen?
32. „3D Finger Angle“: Bei welchen Applikationen kann dieses genutzt werden? Falls bei mehreren, ist die Benutzung bei allen gleich? [strive for consistency]
33. „3D Finger Angle“: Was bewirkt das Element in der Applikation? Welche Funktion hat es? [Mapping]
34. „3D Finger Angle“: Wo sollte das Element sich auf dem Bildschirm befinden?
35. „3D Finger Angle“: Wann wird das Element angezeigt? [Discoverability]
36. „3D Finger Angle“: Wie sieht das Element im Initialzustand aus? (Zeichnung)
37. „3D Finger Angle“: Wie kann die mögliche Interaktion gezeigt werden? [Affordance + Signifiers]
38. „3D Finger Angle“: Was passiert bei der Interaktion? Welches Feedback erhält der Nutzer? (Zeichnung)
39. „3D Finger Angle“: Wie sieht das Element nach der Interaktion aus? (Zeichnung) Ist diese wieder im Initialzustand oder gibt der Zustand Informationen preis [closure +offer informative feedback]?
40. „3D Finger Angle“: Woran können die Restriktionen erkannt werden? [Constraints]
Wenn bspw. nur eine Achse zur Steuerung, dann sieht der Joystick entsprechend aus
41. „3D Finger Angle“: Welche Fehler können bei der Interaktion passieren? Wie kann man gravierende Fehler vermeiden? [offer simple error handling + permit easy reversal of actions]
42. „3D Finger Angle“: Ist das erstellte Element intuitiv oder muss erst gelernt werden, damit umzugehen (idiomatisch)? [Conceptual model]
43. „3D Finger Angle“: Ist die erstellte Visualisierung auf unterschiedlich großen Bildschirmen anwendbar?
44. „3D Finger Angle“: Wie würden Sie das Element evaluieren?
 - Testszenarien?
 - Anhand welcher Kriterien bewerten?

- Ab wann ist das Element gut oder schlecht?

BLOCK C

45. Welches Ziel sollte die Interaktion „Finger/Knöchel/Nagel“ erfüllen?
46. „Finger/Knöchel/Nagel“: Bei welchen Applikationen kann dieses genutzt werden? Falls bei mehreren, ist die Benutzung bei allen gleich? [strive for consistency]
47. „Finger/Knöchel/Nagel“: Was bewirkt das Element in der Applikation? Welche Funktion hat es? [Mapping]
48. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wo sollte das Element sich auf dem Bildschirm befinden?
49. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wann wird das Element angezeigt? [Discoverability]
50. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wie sieht das Element im Initialzustand aus? (Zeichnung)
Einleitung/Tutorial zum Lernen der Geste -> „Klopf mich“
51. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wie kann die mögliche Interaktion gezeigt werden? [Affordance + Signifiers]
52. „Finger/Knöchel/Nagel“: Was passiert bei der Interaktion? Welches Feedback erhält der Nutzer? (Zeichnung)
Symbol in der Appleiste kann die Farbe ändern -> Knöchel oder Nagel erkannt
53. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wie sieht das Element nach der Interaktion aus? (Zeichnung) Ist diese wieder im Initialzustand oder gibt der Zustand Informationen preis [closure +offer informative feedback]?
54. „Finger/Knöchel/Nagel“: Woran können die Restriktionen erkannt werden? [Constraints]
Screenshot benötigt Bestätigung bei sensitiven Informationen auf dem Bildschirm
55. „Finger/Knöchel/Nagel“: Welche Fehler können bei der Interaktion passieren? Wie kann man gravierende Fehler vermeiden? [offer simple error handling + permit easy reversal of actions]
56. „Finger/Knöchel/Nagel“: Ist das erstellte Element intuitiv oder muss erst gelernt werden, damit umzugehen (idiomatisch)? [Conceptual model]
Evtl. einmal durch eine kurze Anleitung zeigen und dann nur noch Indikator der Funktion
57. „Finger/Knöchel/Nagel“: Ist die erstellte Visualisierung auf unterschiedlich großen Bildschirmen anwendbar?
58. „Finger/Knöchel/Nagel“: Wie würden Sie das Element evaluieren?
 - Testsznarien?
 - Anhand welcher Kriterien bewerten?
 - Ab wann ist das Element gut oder schlecht?

BLOCK D

59. Welches Ziel sollte die Interaktion „Verschiedene Finger“ erfüllen?
60. „Verschiedene Finger“: Bei welchen Applikationen kann dieses genutzt werden? Falls bei mehreren, ist die Benutzung bei allen gleich? [strive for consistency]

61. „Verschiedene Finger“: Was bewirkt das Element in der Applikation? Welche Funktion hat es? [Mapping]
62. „Verschiedene Finger“: Wo sollte das Element sich auf dem Bildschirm befinden?
63. „Verschiedene Finger“: Wann wird das Element angezeigt? [Discoverability]
64. „Verschiedene Finger“: Wie sieht das Element im Initialzustand aus? (Zeichnung)
65. „Verschiedene Finger“: Wie kann die mögliche Interaktion gezeigt werden? [Affordance + Signifiers]
66. „Verschiedene Finger“: Was passiert bei der Interaktion? Welches Feedback erhält der Nutzer? (Zeichnung)
67. „Verschiedene Finger“: Wie sieht das Element nach der Interaktion aus? (Zeichnung) Ist diese wieder im Initialzustand oder gibt der Zustand Informationen preis [closure +offer informative feedback]?
68. „Verschiedene Finger“: Woran können die Restriktionen erkannt werden? [Constraints] Falscher Finger bewirkt evtl. nichts, wenn es keine Option dafür gibt
69. „Verschiedene Finger“: Welche Fehler können bei der Interaktion passieren? Wie kann man gravierende Fehler vermeiden? [offer simple error handling + permit easy reversal of actions]
70. „Verschiedene Finger“: Ist das erstellte Element intuitiv oder muss erst gelernt werden, damit umzugehen (idiomatisch)? [Conceptual model]
71. „Verschiedene Finger“: Ist die erstellte Visualisierung auf unterschiedlich großen Bildschirmen anwendbar?
72. „Verschiedene Finger“: Wie würden Sie das Element evaluieren?
 - Testsznarien?
 - Anhand welcher Kriterien bewerten?
 - Ab wann ist das Element gut oder schlecht?

73. Gibt es noch Rückfragen zum Abschluss?

Abbildung A.1.: Leifragenkatalog

Interview-Nr:
Zeichenvorlage für: _____

Normaler Zustand / Vor der Interaktion	Interaktionsmöglichkeit
Interaktionsmöglichkeit	Zustand bei Berührung/Interaktion
Zustand nach der Interaktion	Zustand bei Fehler / Welche Grenzen existieren?

Abbildung A.2.: Zeichenvorlage

Literaturverzeichnis

- [BABL13] D. Bonnet, C. Appert, M. Beaudouin-Lafon. „Extending the Vocabulary of Touch Events with ThumbRock“. In: *Proceedings of Graphics Interface 2013*. GI '13. Regina, Saskatchewan, Canada: Canadian Information Processing Society, 2013, S. 221–228. ISBN: 978-1-4822-1680-6. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2532129.2532166> (zitiert auf S. 15).
- [BKM09] A. Bangor, P. Kortum, J. Miller. „Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale“. In: *J. Usability Studies* 4.3 (Mai 2009), S. 114–123. ISSN: 1931-3357. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2835587.2835589> (zitiert auf S. 74).
- [Bro+96] J. Brooke et al. „SUS-A quick and dirty usability scale“. In: *Usability evaluation in industry* 189.194 (1996), S. 4–7 (zitiert auf S. 56, 65, 67).
- [CG80] G. Campbell, S. Geller. „Balanced latin squares“. In: *Purdue University Department of Statistics Mimeoseries* 80.26 (1980), S. 3–1 (zitiert auf S. 28, 59).
- [CH14] A. Colley, J. Häkkinen. „Exploring finger specific touch screen interaction for mobile phone user interfaces“. In: *Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures: the Future of Design*. ACM. 2014, S. 539–548 (zitiert auf S. 13, 15, 20, 23, 51, 77).
- [DP12] T. Dresing, T. Pehl. *Praxisbuch Interview & Transkription*. dr dresing & pehl GmbH, 2012 (zitiert auf S. 31, 32).
- [Gmb05] U. I. D. GmbH. *Untersuchungsbericht zum Produkt "Demo - A"*. Internet. Okt. 2005. URL: http://attrakdiff.de/files/demoprojekt_ergebnisse.pdf (zitiert auf S. 66, 68, 71, 75).
- [HBK03] M. Hassenzahl, M. Burmester, F. Koller. „AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität“. In: *Mensch & Computer 2003*. Springer, 2003, S. 187–196 (zitiert auf S. 56, 65).
- [HH12] C. Harrison, S. Hudson. „Using Shear As a Supplemental Two-dimensional Input Channel for Rich Touchscreen Interaction“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '12. Austin, Texas, USA: ACM, 2012, S. 3149–3152. ISBN: 978-1-4503-1015-4. DOI: [10.1145/2207676.2208730](https://doi.org/10.1145/2207676.2208730). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2207676.2208730> (zitiert auf S. 15).

- [HL12] S. Heo, G. Lee. „ForceDrag: Using Pressure As a Touch Input Modifier“. In: *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*. OzCHI '12. Melbourne, Australia: ACM, 2012, S. 204–207. ISBN: 978-1-4503-1438-1. DOI: [10.1145/2414536.2414572](https://doi.org/10.1145/2414536.2414572). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2414536.2414572> (zitiert auf S. 15).
- [HRB11] N. Henze, E. Rukzio, S. Boll. „100,000,000 Taps: Analysis and Improvement of Touch Performance in the Large“. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. MobileHCI '11. Stockholm, Sweden: ACM, 2011, S. 133–142. ISBN: 978-1-4503-0541-9. DOI: [10.1145/2037373.2037395](https://doi.org/10.1145/2037373.2037395). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2037373.2037395> (zitiert auf S. 20).
- [HSH11] C. Harrison, J. Schwarz, S. E. Hudson. „TapSense: Enhancing Finger Interaction on Touch Surfaces“. In: *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '11. Santa Barbara, California, USA: ACM, 2011, S. 627–636. ISBN: 978-1-4503-0716-1. DOI: [10.1145/2047196.2047279](https://doi.org/10.1145/2047196.2047279). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2047196.2047279> (zitiert auf S. 16, 18, 19, 23, 77).
- [Has+08] M. Hassenzahl, M. Burmester, F. Koller, H Brau. „Der User Experience (UX) auf der Spur: Zum Einsatz von www. attrakdiff. de“. In: *Usability Professionals 2008* (2008), S. 78–82 (zitiert auf S. 65, 66, 68, 69, 71, 75).
- [Hol+13] D. Holman, A. Hollatz, A. Banerjee, R. Vertegaal. „Unifone: Designing for Auxiliary Finger Input in One-handed Mobile Interactions“. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. TEI '13. Barcelona, Spain: ACM, 2013, S. 177–184. ISBN: 978-1-4503-1898-3. DOI: [10.1145/2460625.2460653](https://doi.org/10.1145/2460625.2460653). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2460625.2460653> (zitiert auf S. 15, 16).
- [KCB13] S. Kratz, P. Chiu, M. Back. „PointPose: Finger Pose Estimation for Touch Input on Mobile Devices Using a Depth Sensor“. In: *Proceedings of the 2013 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ITS '13. St. Andrews, Scotland, United Kingdom: ACM, 2013, S. 223–230. ISBN: 978-1-4503-2271-3. DOI: [10.1145/2512349.2512824](https://doi.org/10.1145/2512349.2512824). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2512349.2512824> (zitiert auf S. 16).
- [Kuc+08] U. Kuckartz, T. Dresing, S. Rädiker, C. Stefer. *Qualitative Evaluation: Der Einstieg in die Praxis*. Bd. 2. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2008. ISBN: 978-3-531-91083-3. DOI: [10.1007/978-3-531-91083-3](https://doi.org/10.1007/978-3-531-91083-3). URL: http://www.springer.com/de/book/9783531159034?wt_mc=ThirdParty.SpringerLink.3.EPR653.About_eBook#aboutBook (zitiert auf S. 31, 32).
- [LGF10] G. J. Lepinski, T. Grossman, G. Fitzmaurice. „The Design and Evaluation of Multi-touch Marking Menus“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '10. Atlanta, Georgia, USA: ACM, 2010, S. 2233–2242. ISBN: 978-1-60558-929-9. DOI: [10.1145/1753326.1753663](https://doi.org/10.1145/1753326.1753663). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1753326.1753663> (zitiert auf S. 15).

- [Lik32] R. Likert. „A technique for the measurement of attitudes.“ In: *Archives of psychology* (1932) (zitiert auf S. 66).
- [ML14] W. McGrath, Y. Li. „Detecting tapping motion on the side of mobile devices by probabilistically combining hand postures“. In: *Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM. 2014, S. 215–219 (zitiert auf S. 15).
- [MLH17] S. Mayer, H. V. Le, N. Henze. „Estimating the Finger Orientation on Capacitive Touchscreens Using Convolutional Neural Networks“. In: *Proceedings of the 2017 International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*. Bd. 17. ISS'17. New York, NY, USA: ACM, 17. Okt. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1145/3132272.3134130>. URL: <http://sven-mayer.com/wp-content/uploads/2017/08/mayer2017orientation.pdf>. Im Erscheinen (zitiert auf S. 16, 17, 77).
- [MMH17] S. Mayer, M. Mayer, N. Henze. „Feasibility Analysis of Detecting the Finger Orientation with Depth Camera“. In: *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*. MobileHCI'17. New York, NY, USA: ACM, 4. Sep. 2017, S. 8. DOI: [10.1145/3098279.312212](https://doi.org/10.1145/3098279.312212). URL: <http://sven-mayer.com/wp-content/uploads/2017/07/mayer2017depth.pdf>. Im Erscheinen (zitiert auf S. 16, 17, 77).
- [May+17] S. Mayer, P. Gad, K. Wolf, P. W. Wozniak, N. Henze. „Understanding the Ergonomic Constraints in Designing for Touch Surfaces“. In: *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. Vienna, 4. Sep. 2017. DOI: [10.1145/3098279.3098537](https://doi.org/10.1145/3098279.3098537). URL: <http://sven-mayer.com/wp-content/uploads/2017/06/mayer2017ergonomic.pdf>. Im Erscheinen (zitiert auf S. 16, 17, 77).
- [Nor13] D. A. Norman. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic books, 2013 (zitiert auf S. 21, 23, 25, 29).
- [Oak+16] I. Oakley, C. Lindahl, K. Le, D. Lee, M. R. Islam. „The Flat Finger: Exploring Area Touches on Smartwatches“. In: *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '16. Santa Clara, California, USA: ACM, 2016, S. 4238–4249. ISBN: 978-1-4503-3362-7. DOI: [10.1145/2858036.2858179](https://doi.org/10.1145/2858036.2858179). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2858036.2858179> (zitiert auf S. 15).
- [RLG09] A. Roudaut, E. Lecolinet, Y. Guiard. „MicroRolls: expanding touch-screen input vocabulary by distinguishing rolls vs. slides of the thumb“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. 2009, S. 927–936 (zitiert auf S. 15–17, 23, 37, 77).
- [Rog+11] S. Rogers, J. Williamson, C. Stewart, R. Murray-Smith. „AnglePose: robust, precise capacitive touch tracking via 3d orientation estimation“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. 2011, S. 2575–2584 (zitiert auf S. 16–18, 23, 77).

- [Shn97] B. Shneiderman. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 3rd. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1997. ISBN: 0201694972 (zitiert auf S. 21, 23, 25, 29).
- [WBH13] G. Wilson, S. Brewster, M. Halvey. „Towards Utilising One-handed Multi-digit Pressure Input“. In: *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. CHI EA '13. Paris, France: ACM, 2013, S. 1317–1322. ISBN: 978-1-4503-1952-2. DOI: [10.1145/2468356.2468591](https://doi.org/10.1145/2468356.2468591). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2468356.2468591> (zitiert auf S. 15).
- [Wan+09] F. Wang, X. Cao, X. Ren, P. Irani. „Detecting and Leveraging Finger Orientation for Interaction with Direct-touch Surfaces“. In: *Proceedings of the 22Nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '09. Victoria, BC, Canada: ACM, 2009, S. 23–32. ISBN: 978-1-60558-745-5. DOI: [10.1145/1622176.1622182](https://doi.org/10.1145/1622176.1622182). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1622176.1622182> (zitiert auf S. 13).
- [Wob+11] J. O. Wobbrock, L. Findlater, D. Gergle, J. J. Higgins. „The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures“. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. ACM. 2011, S. 143–146 (zitiert auf S. 72).
- [XSH15] R. Xiao, J. Schwarz, C. Harrison. „Estimating 3D Finger Angle on Commodity Touchscreens“. In: *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces*. ITS '15. Madeira, Portugal: ACM, 2015, S. 47–50. ISBN: 978-1-4503-3899-8. DOI: [10.1145/2817721.2817737](https://doi.org/10.1145/2817721.2817737). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2817721.2817737> (zitiert auf S. 13, 16–18, 23, 77).
- [Zal12] V. Zaliva. „3D finger posture detection and gesture recognition on touch surfaces“. In: *2012 12th International Conference on Control Automation Robotics Vision (IC-ARCV)*. 2012, S. 359–364. DOI: [10.1109/ICARCV.2012.6485185](https://doi.org/10.1109/ICARCV.2012.6485185) (zitiert auf S. 16, 17, 23).

Alle URLs wurden zuletzt am 01. 09. 2017 geprüft.

Erklärung

Ich versichere, diese Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Aussagen als solche gekennzeichnet. Weder diese Arbeit noch wesentliche Teile daraus waren bisher Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens. Ich habe diese Arbeit bisher weder teilweise noch vollständig veröffentlicht. Das elektronische Exemplar stimmt mit allen eingereichten Exemplaren überein.

Ort, Datum, Unterschrift

Declaration

I hereby declare that the work presented in this thesis is entirely my own and that I did not use any other sources and references than the listed ones. I have marked all direct or indirect statements from other sources contained therein as quotations. Neither this work nor significant parts of it were part of another examination procedure. I have not published this work in whole or in part before. The electronic copy is consistent with all submitted copies.

Place, Date, Signature